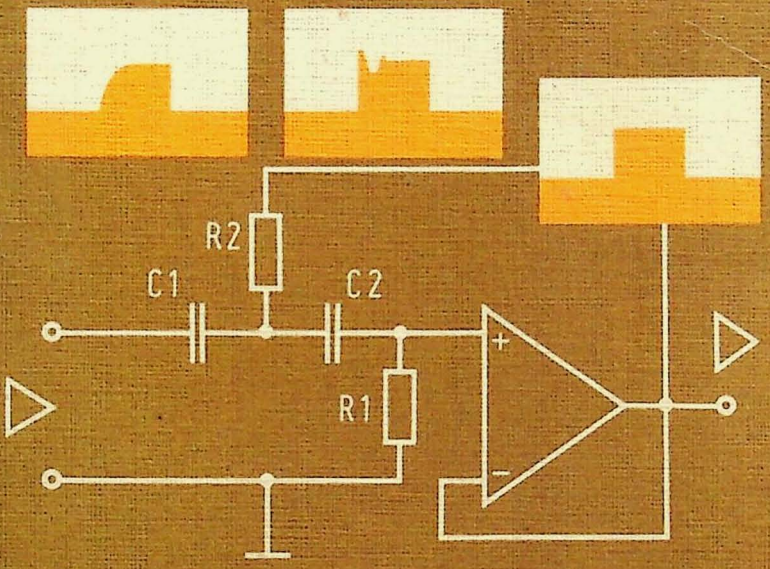
Nutz

BASIC-Rechenprogramme

191

RPB
electronic
taschenbücher

Elektronik-Grundschaltungen schnell und zuverlässig durchgerechnet



Franzis'

In der Reihe

RPB electronic-taschenbücher

sind erschienen (Liefermöglichkeit vorbehalten):

4 Der Hobby-Elektroniker lernt messen (Nührmann).
5 Brand- und Einbruchmeldeanlagen (Bartels).
6 Antennen für Rundfunk- und Fernseh-Empfang (Mende).
8 Kleines ABC der Elektronik-Orgel (Wuschek).
9 Tonbandgeräte-Praxis (Junghans).
19 Optoelektronik (Ratheiser/Pichler).
20 Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern (Renardy/Lummer).
25 Amateur-Funkfernschreibtechnik RTTY (Pietsch).
30 UHF-Amateurfunk-Antennen (Reithofer).
32 DX-Vademecum (Best).
33 Elektronische Voltmeter (Limann/Pelka).
34 Von der Mengenlehre zur Schaltalgebra (Siegfried).
40 Fachwörter der Elektronik.
44 KW- und UKW-Amateurfunk-Antennen (Diefenbach).
46 Sendertabelle (Schneider/Redlich).
50 Praktischer Antennenbau (Mende).
51 Kleine Fernseh-Bildfehler-Fibel (Gies/Kirsch).
53 Elektroflug (Bruß).
56 Der Hobby-Elektroniker ätzt seine Platinen selbst (Nührmann).
58 Morselehrgang (Diefenbach).
64 Einführung in die Operationsverstärker-Technik (Hirschmann).
65 Operationsverstärker-Anwendung (Hirschmann).
68 Kleine Elektronik-Formelsammlung (Rose).
69 Integrierte Schaltungen in Frage und Antwort (Hibberd).
73 Wie liest man eine Schaltung? (Benda).
82 Was ist ein Mikroprozessor? (Pelka).
83 Mikrofon-Aufnahmetechnik (Praetzel/Warnke).
84 Fernsehantennen-Praxis (Mende).
87 Methodische Fehlersuche in der Industrie-Elektronik (Benda).
90 Netzgeräte mit ICs (Sehrig).
92 Einfache Experimente mit digitalen Schaltgliedern (Wirsum).
93 Schaltungen für die Modellfernsteuerung (Bruß).
96 Abkürzungen aus der Elektronik (Freyer).
99 Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop? (Sutaner/Wißler).
101 Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau (Böhm).
102 Elektronische Bauelemente – einfach geprüft im Hobby-Labor (Nührmann).
105 Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi (Klinger).
106 Netztransformatoren und Drosseln (Klein).
108 Amateurfunk-Superhets (Gerzelka).
109 Transistor-Amateurfunkgeräte für das 2-m-Band (Reithofer).
110 Der Hobby-Elektroniker prüft seine Schaltungen selbst (Nührmann).
112 Das Löten für den Praktiker (Strauß).
118 Bauelemente für den Hobby-Elektroniker (Nührmann).
122 Der Hobby-Elektroniker plant seine Schaltungen selbst (Nührmann).
125 Die Mechanik für den Hobby-Elektroniker (Nührmann).
126 Betriebstechnik des Amateurfunks (Henske).
127 Schaltungsanwendungen der Optoelektronik (Oehmichen).
129 Tips und Schliche (Nührmann).
130 Solar-Zellen (Juster).
132 FM-Transceiver-Technik (Gerzelka).

RPB electronic-taschenbücher

Karl Nutz

Basic-Rechenprogramme

Elektronik-Grundschaltungen schnell
und zuverlässig durchgerechnet

Mit 47 Abbildungen

Franzis'

Nr. 191 der RPB electronic-taschenbücher

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Nutz, Karl:
Basic-Rechenprogramme: Elektronik-Grundschaltungen schnell u. zuverlässig durchgerechnet/Karl Nutz. – München: Franzis, 1983.
(RPB electronic-taschenbücher; Nr. 191)
ISBN 3-7723-1911-4
NE: GT

1983

Franzis-Verlag GmbH, München

Sämtliche Rechte – besonders das Übersetzungsrecht – an Text und Bildern vorbehalten. Fotomechanische Vervielfältigungen nur mit Genehmigung des Verlages. Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Abbildungen, auch in verändertem Zustand, sind verboten.

Druck: Franzis-Druck GmbH, Karlstraße 35, 8000 München 2
Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

ISBN 3-7723-1911-4

Vorwort

Der Mikrocomputer verdrängt den Taschenrechner der gehobenen Preisklasse. Zu dieser Einsicht kommt man, wenn davon ausgegangen wird, daß sich die technische und preisliche Entwicklung der Kleinrechner fortsetzt. Um die Verbreitung der Mikrocomputer zu beschleunigen, ist es notwendig, daß dem Anwender preiswerte und maßgeschneiderte Software angeboten wird. Die Programme in diesem Buch sind in erster Linie für den Hobby-Elektroniker geschrieben. Diese Programme ermöglichen es jedem, wichtige Schaltungen ohne Rechenarbeit zu entwickeln. Schaltungstechnische Kenntnisse sind kaum erforderlich. Bei der Dokumentation habe ich auf Flußdiagramme und mathematische Herleitungen verzichtet, damit ich in diesem Buch eine möglichst große Anzahl von Programmen unterbringen kann.

Für Verbesserungsvorschläge und weitere Programmwünsche bin ich dankbar. Wenn dieses Buch dazu führt, daß ein Hobby-Elektroniker kreativer arbeitet und mehr Schaltungen selbst entwickelt, dann hat dieses Buch seinen Sinn erfüllt. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei der rechnergestützten Konstruktion Ihrer Schaltungen.

Puchheim, 1983 Karl F. Nutz

Wichtiger Hinweis

Die in diesem Buch wiedergegebenen Schaltungen und Verfahren werden ohne Rücksicht auf die Patentlage mitgeteilt. Sie sind ausschließlich für Amateur- und Lehrzwecke bestimmt und dürfen nicht gewerblich genutzt werden*).

Alle Schaltungen und technischen Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag sieht sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, daß er weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen kann. Für die Mitteilung eventueller Fehler sind Autor und Verlag jederzeit dankbar.

---

*) Bei gewerblicher Nutzung ist vorher die Genehmigung des möglichen Lizenzinhabers einzuholen.

Inhalt

1	Konstantstromschaltung	9
2	Ungeregelte Netzteile	12
3	Sieb- und Entkopplungsschaltungen	17
4	Lautsprecherweichen	20
5	Emitterschaltung	24
6	Kollektorschaltung	28
7	Kühlkörperberechnung	31
8	Collins Filter	34
9	HF-Verzögerungsleitung	36
10	Hoch- und Tiefpässe	38
11	Z-Diode	45
12	Rechteckgenerator mit dem IC 555	48
13	Start-Stop-Oszillator (IC 4093)	51
14	Monostabile Multivibratoren	53
15	Source-Schaltung	58
16	Drain-Schaltung	62
17	Butterworth-Filter	65
18	Normwerte-Service	76

Anpassungen der Programme an andere Computer

Alle Programme wurden mit einem Superboard II in MICROSOFT BASIC geschrieben. Da die Programme ohne Sonderbefehle erstellt wurden, sind sie auf allen BASIC-Computern einsetzbar. Ein Teil der Programme ist zusätzlich auf einem APPLE-Rechner getestet worden. Probleme mit der Anpassung könnte es nur mit dem IF-STATEMENT geben. Bei folgender Programmstruktur sind Abweichungen gegenüber anderen Interpretern möglich:
10 IF (Bedingung 1) THEN (Anweisung 1) : (Anweisung 2)
20 (Anweisung 3)

Wenn die (Bedingung 1) erfüllt ist, bearbeitet der Interpreter die (Anweisung 1), (Anweisung 2) und zuletzt die (Anweisung 3). Dies ist ein übliches Verhalten. Abweichungen treten auf, wenn die (Bedingung 1) nicht erfüllt ist. In diesem Fall springt der Interpreter sofort in die nächste Zeile. Die Ausführung der (Anweisung 2) wird dadurch auch von der (Bedingung 1) abhängig. Arbeitet ein Interpreter nicht, wie der beschriebene MICROSOFT-Interpreter, so muß man diesen Programmteil umschreiben.

Beispiel:
10 IF (Bedingung 1) THEN (Anweisung 1)
11 IF (Bedingung 1) THEN (Anweisung 2)
20 (Anweisung 3)
Es gibt Rechner, bei denen die Befehle ON GOTO und ON GOSUB fehlen. Diese Befehle müßten dann durch mehrere IF-STATEMENTS ersetzt werden.

Beispiel: 10 ON (Variable X) GOTO (Zeile A), (Zeile B) ...
Ersatz: 10 IF X=1 THEN GOTO (Zeile A)
11 IF X=2 THEN GOTO (Zeile B)
usw.
Beispiel: 10 ON (Variable K) GOSUB (Zeile L), (Zeile M) ...
Ersatz: 10 IF K=1 THEN GOSUB (Zeile L)
11 IF K=2 THEN GOSUB (Zeile M)
usw.

Menüprogramm

Ein Menüprogramm hat in einem Rechner eine ähnliche Funktion, wie das Inhaltsverzeichnis in einem Buch. Mehrere, unabhängige Programme können mit der Menütechnik zu einem Großprogramm gebunden werden. Diese Technik hat Vor- und Nachteile:

Vorteil: Man kann sehr schnell auf einzelne Programme zurückgreifen, da alle im Arbeitsspeicher stehen.
Nachteil: Es ist ein großer Arbeitsspeicher notwendig. Die Ladezeit (Kassette) ist sehr hoch.

Man kann die Nachteile der Menütechnik verkleinern, indem man nur solche Programme vereinigt, die sehr häufig verwendet werden. Ein Beispiel zu dieser Programmtechnik habe ich mit dem Programm „Inhaltsverzeichnis" gegeben.

Wer ein Floppy besitzt, wird die Programme in diesem Buch natürlich auf einer Diskette abspeichern.

```
100 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
105 PRINT"*****************************"
110 PRINT"       INHALTSVERZEICHNIS"
115 PRINT"*****************************"
120 PRINT:PRINT
125 M$="ZUM INHALTSVERZEICHNIS    =1"
135 N$="NAECHSTER BLOCK           =8"
140 REM 1.BLOCK
145 PRINT:PRINT
150 PRINT M$
160 PRINT"KONSTANTSTROMQUELLE       =2"
165 PRINT"UNSTAB. NETZTEILE         =3"
170 PRINT"SIEBSCHALTUNG (RC,LC)     =4"
175 PRINT"LAUTSPRECHERWEICHEN       =5"
180 PRINT"EMITTERSCHALTUNG          =6"
185 PRINT"KOLLEKTORSCHALTUNG        =7"
187 PRINT N$
190 INPUT"WAEHLE EINE Nr.";A
195 A=INT(A+0.5):IF A<1 OR A>8 THEN GOTO 140
200 ON A GOTO 100,500,1100,2000,2500,3300,4000,210
210 REM 2.BLOCK
215 PRINT:PRINT
220 PRINT M$
225 PRINT"KUEHLKOERPER              =2"
230 PRINT"COLLINS-FILTER            =3"
235 PRINT"VERZOEGERUNGSLEITUNG      =4"
240 PRINT"HOCH.-UND TIEFPAESSE      =5"
245 PRINT"ZENERDIODE                =6"
250 PRINT"RECHTECK-GENERATOR (555) =7"
255 PRINT N$
260 INPUT"WAEHLE EINE Nr.";A
265 A=INT(A+0.5):IF A<1 OR A>8 THEN GOTO 210
270 ON A GOTO 100,4500,5000,5400,5700,6500,6900,140
275 REM *** END OF INHALTSVER. ***
OK
```

1 Konstantstromschaltung

Problem:

Gesucht wird eine Schaltung, die bei schwankender Eingangsspannung und schwankendem Lastwiderstand konstanten Strom liefert.

Anwendungsbeispiele:

Ohmmeterschaltung mit linearer Anzeige; in Verbindung mit Kondensatoren können Sägezahnspannungen erzeugt werden; Ladegeräte für NiCad-Akkumulatoren.

Schaltungshinweise:

- Der Kondensator verkleinert einen möglichen Rauschstrom (ist selten notwendig).
- R2 kann entfallen, es verschlechtert sich aber die Stabilisierung.
- R2 und R1 können teilweise durch Potentiometer ersetzt werden, um die Schaltung abgleichbar zu machen.
- Der dynamische Widerstand einer Z-Diode (RD) und der Stromverstärkungsfaktor eines Transistors (B) werden aus den Kennlinienfeldern der Bauelemente herausgelesen. Sind diese Werte nicht bekannt, so kann man näherungsweise folgende Daten eingeben: RD = 10 Ω; B = 100.
- Wird eine Z-Diode mit 5,6 V verwendet, dann wird die Schaltung sehr temperaturstabil.
- Üblicher Einsatzbereich: 0 bis 500 mA.
- Beachten Sie die Belastbarkeit des Transistors.
- Die Berechnungen gelten für NPN- und PNP-Transistoren.

Schaltung:

Die Schaltung für NPN-Transistoren (Abb. 1.1) und für PNP-Transistoren (Abb. 1.2) ist mit dem Lastwiderstand RL dargestellt.

Test:

Eingabe	Ausgabe
UE = 12 V	IL = 0,01 A
IL = 0,01 A	RV = 793 Ω/0,05 W
B = 150	UZ = 5,6 V/0,045 W
UZ = 5,6 V	PT = 0,07 W
RD = 10 Ω	R1 = 500 Ω/0,05 W
	R2 = 39 669 Ω/1,235 E – 3 W
	S = 39 669
	RL = 0 bis 640 Ω

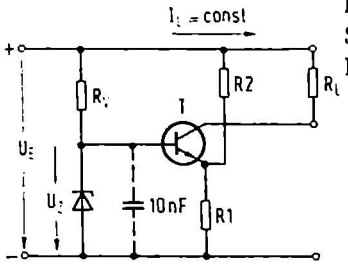


Abb. 1.1 Stromquelle mit einem NPN-Transistor

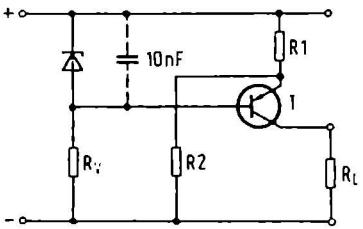


Abb. 1.2 Stromquelle mit einem PNP-Transistor

```
500 FORA=1TO30:PRINT:NEXTA
510 PRINT"*******************************"
520 PRINT"     KONSTANTSTROMSCHALTUNG"
530 PRINT"*******************************"
540 PRINT:PRINT:PRINT
550 PRINT"GEBE FOLGENDE WERTE EIN:":PRINT
560 PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UE IN V"
570 INPUT UE:PRINT
```

```
580 PRINT"GEWUENSCHTER STROM IL IN A"
590 INPUT IL:PRINT
600 PRINT"STROMVERSTAERKUNG VON T BEI IL"
610 INPUT B:PRINT
620 PRINT"ZENERSPANNUNG UZ IN V"
630 INPUT UZ:PRINT
640 IF UZ < 1.2 THEN PRINT"UZ IST ZU KLEIN":GOTO620
650 IF UZ > 0.8*UE-2 THEN PRINT"UZ IST ZU GROSS":GOTO620
660 REM MITTLERER Z-DIODENSTROM
670 IZ=8E-3
680 PRINT"AUS DEM Z-DIODEN-DATENBUCH DEN"
690 PRINT"DYNAMISCHEN WIDERSTAND BEI"
700 PRINT IZ;"A  IN OHM"
710 INPUT RD:PRINT
720 REM BERECHNUNG VON RV
730 RV=(UE-UZ)/(IZ+IL/B)
740 PV=(UE-UZ)*(UE-UZ)/RV
750 REM BERECHNUNG DER Z-DIODE
760 PZ=UZ*IZ
770 REM BERECHNUNG DES TRANSISTORS
780 PT=0.6*IL/B+(UE-UZ+0.6)*IL
790 REM BERECHNUNG VON R1
800 R1=(UZ-0.6)/IL
810 P1=R1*IL*IL
820 REM BERECHNUNG VON R2 (ABGEGLICHEN)
830 R2=R1*RV/RD
840 P2=(UE-UZ+0.6)*(UE-UZ+0.6)/R2
850 REM STAB.-FAKTOR (OHNE R2)
860 S=R1*RV/RD
870 REM GROESSTER LASTWIDERSTAND
880 RO=(UE-UZ)/IL
890 PRINT"DATENAUSGABE"
900 PRINT"============":PRINT:PRINT:PRINT
910 PRINT"IL=";IL;"A":PRINT
920 PRINT"RV=";RV;"OHM";" / ";PV;"WATT":PRINT
930 PRINT"UZ=";UZ;"V";" / ";PZ;"WATT":PRINT
940 PRINT"TRANSISTORLEISTUNG=";PT;"WATT":PRINT
950 PRINT"R1=";R1;"OHM";" / ";P1;"WATT":PRINT
960 PRINT"R2=";R2;"OHM";" / ";P2;"WATT":PRINT
970 PRINT"STABILISIERUNGSF.(OHNE R2)=";S:PRINT
980 PRINT"STABILISIERUNGSF.(MIT  R2)= UNENDLICH":PRINT
990 PRINT"FUNKTIONSBEREICH:"
1000 PRINT"0 OHM < RL <";RO;"OHM"
1010 PRINT:PRINT:PRINT
1020 REM ** ENDE DES PROGR. KONSTANTSTR. **
1030 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
1040 INPUT A$
1050 IF A$="J" THEN GOTO 100
1060 GOTO500
OK
```

2 Ungeregelte Netzteile

Problem:

Bei gegebenen Werten (Spannung, Strom, Brumm) soll das Netzteil so entwickelt werden, daß kein Bauelement überdimensioniert ist (Preis).

Schaltungshinweise:

- Die Stromwerte aller Dioden werden um 50 % vergrößert, wenn man einen Ringkerntransformator verwendet.
- Es ist vorteilhaft, wenn man einen großen Ladekondensator durch eine Parallelschaltung aus mehreren kleinen Kondensatoren ersetzt.

Programmhinweise:

Die Bauteile werden mit dem Sicherheitsfaktor 1,5 berechnet. Dieser Faktor kann in der Programmzeile 1240 bis auf den Wert 1,2 verkleinert werden.

Schaltungen:

Die Einweggleichrichtung (*Abb. 2.1*) wird bei sehr kleinen Netzteilen verwendet. In *Abb. 2.3* ist die Brückengleichrichtung dargestellt, sie ist wegen ihres guten Brummverhaltens der Einweggleichrichtung vorzuziehen. Die Zweiweggleichrichtung (*Abb. 2.2*) wird bei hohen Strömen verwendet, während man den Spannungsverdoppler (*Abb. 2.4*) bei hohen Ausgangsspannungen einsetzt.

Test:

Eingabe:
UG = 24 V, IG = 2 A, UB = 2 V

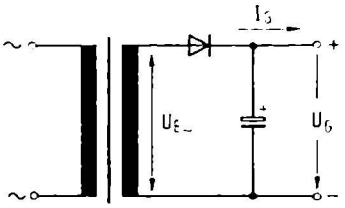


Abb. 2.1 Einweggleichrichtung

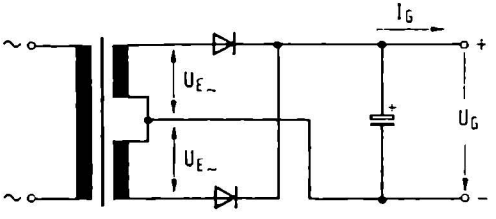


Abb. 2.2 Zweiweg-gleichrichtung

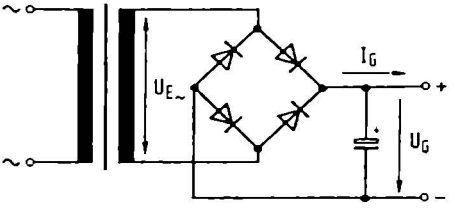


Abb. 2.3 Brücken-gleichrichtung

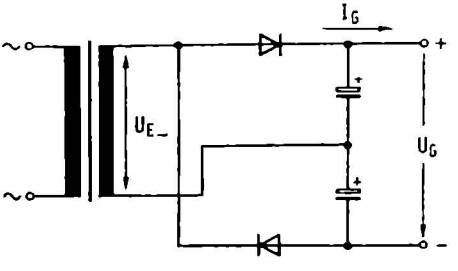


Abb. 2.4 Spannungs-verdoppler

Ausgabe:

Einweggleichrichtung	Zweiweggleichrichtung
Trafo: 74,1 W/18,9 V_{eff}	Trafo: 74,1 W/18,9 V_{eff}
Dioden: 80,1 V/2,1 W/3 A	Dioden: 80,1 V/1,05 W/1,5 A
Kond.: 36 V/4950 µF	Kond.: 36 V/1870 µF
f: 50 Hz	f: 100 Hz

Ausgabe:

Brückengleichrichtung	Spannungsverdoppler
Trafo: 76,2 W/19,4 V_{eff}	Trafo: 76,2 W/9,7 V_{eff}
Dioden: 41,1 V/2,1 W/3 A	Dioden: 20,6 V/4,2 W/6 A
Kond.: 36 V/1870 µF	Kond.: 18 V/2700 µF
f: 100 Hz	f: 100 Hz

```
1100 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
1110 PRINT"*****************************"
1120 PRINT"    UNGEREGELTE NETZTEILE"
1130 PRINT"*****************************"
1140 PRINT:PRINT:PRINT
1150 PRINT"GEBE FOLGENDE WERTE EIN:":PRINT
1160 PRINT"GLEICHSPANNUNG UG IN V"
1170 INPUT UG:PRINT
1180 PRINT"GLEICHSTROM IG IN A"
1190 INPUT IG:PRINT
1200 PRINT"SPITZENWERT DER MAXIMAL ZU-"
1210 PRINT"LAESSIGEN BRUMMSPANNUNG IN V"
1220 INPUT UB:PRINT
1230 REM SICHERHEITSFAKTOR S
1240 S=1.5
1250 REM EINWEGGLEICHRICHTUNG
1260 REM TRAFO
1270 UE=(UG+0.7+UB)/1.4142
1290 PT=IG*(UG+0.7)*S
1300 REM DIODE
1310 DS=2*UE*1.4142*S
1320 PD=0.7*IG*S
1330 ID=IG*S
1340 REM KONDENSATOR
1350 UK=UG*S
1360 CL=4950*IG/UB
1370 REM AUSDRUCK
1380 PRINT"DATENAUSGABE"
1390 PRINT"============":PRINT:PRINT:PRINT
```

```
1395 PRINT"EINWEGGLEICHRICHTUNG":PRINT
1400 PRINT"TRAFO:";PT;"W/";UE;"Veff":PRINT
1410 PRINT"DIODE:";DS;"V/";PD;"W/";ID;"A":PRINT
1420 PRINT"KOND.:";UK;"V/";CL;"MICROFARAD":PRINT
1425 PRINT"BRUMMFREQUENZ = 50 Hz":PRINT
1430 INPUT"TIPPE EIN ZEICHEN";DU$:PRINT:PRINT:PRINT
1440 REM ZWEIWEGGLEICHRICHTUNG
1450 REM TRAFO
1460 UE=(UG+0.7+UB)/1.4142
1470 PT=(UG+0.7)*IG*S
1480 REM DIODEN
1490 ID=0.5*IG*S
1500 DS=2*UE*1.4142*S
1510 PD=ID*0.7
1520 REM KONDENSATOR
1530 UK=UG*S
1540 CL=1870*IG/UB
1550 PRINT"ZWEIWEGGLEICHRICHTUNG":PRINT
1560 PRINT"TRAFO:";PT;"W/";UE;"Veff":PRINT
1570 PRINT"DIODEN";DS;"V/";PD;"W/";ID;"A":PRINT
1580 PRINT"KOND.:";UK;"V/";CL;"MICROFARAD":PRINT
1590 PRINT"BRUMMFREQUENZ = 100 Hz":PRINT
1600 INPUT"TIPPE EIN ZEICHEN";DU$:PRINT:PRINT:PRINT
1610 REM BRUECKENGLEICHRICHTUNG
1620 REM TRAFO
1630 UE=(UG+1.4+UB)/1.4142
1640 PT=(UG+1.4)*IG*S
1650 REM DIODEN
1660 ID=IG*S
1670 DS=UE*1.4142*S
1680 PD=ID*0.7
1690 REM KONDENSATOR
1700 UK=UG*S
1710 CL=1870*IG/UB
1720 PRINT"BRUECKENGLEICHRICHTUNG":PRINT
1730 PRINT"TRAFO:";PT;"W/";UE;"Veff":PRINT
1740 PRINT"DIODEN";DS;"V/";PD;"W/";ID;"A":PRINT
1750 PRINT"KOND.:";UK;"V/";CL;"MICROFARAD":PRINT
1760 PRINT"BRUMMFREQUENZ = 100 Hz":PRINT
1770 INPUT"TIPPE EIN ZEICHEN";DU$:PRINT:PRINT:PRINT
1780 REM SPANNUNGSVERDOPPLER
1790 REM TRAFO
1800 UE=(UG+1.4+UB)/(2*1.4142)
1810 PT=(UG+1.4)*IG*S
1820 REM DIODEN
```

```
 1830 ID=2*IG*S
 1840 DS=UE*1.4142*S
 1850 PD=ID*0.7
 1860 REM KONDENSATOR
 1870 UK=0.5*UG*S
 1880 CL=2700*IG/UB
 1890 PRINT"SPANNUNGSVERDOPPLER":PRINT
 1900 PRINT"TRAFO:";PT;"W/";UE;"Veff":PRINT
 1910 PRINT"DIODEN";DS;"V/";PD;"W/";ID;"A":PRINT
 1920 PRINT"KOND.:";UK;"V/";CL;"MICROFARAD":PRINT
 1930 PRINT"BRUMMFREQUENZ = 100 Hz":PRINT:PRINT:PRINT
 1940 REM **** ENDE DES PROGR. NETZTEIL ****"
 1950 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 1960 INPUT A$
 1970 IF A$="J" THEN GOTO 100
 1980 GOTO1100
OK
```

3 Sieb- und Entkopplungsschaltungen

Problem:

Die Stromversorgungsleitungen einer Schaltung sind oft mit Störspannungen „verseucht", manchmal sitzen sogar Störer und empfindliche Schaltungsteile nebeneinander. Empfindliche Baugruppen müssen dann durch eine Entkopplungsschaltung geschützt werden. Integrierte Spannungsregler kann man für diesen Zweck auch einsetzen, diese verursachen aber einen Spannungsabfall von mindestens 4 V und arbeiten bei hohen Störfrequenzen nicht zuverlässig.

Anwendungsbeispiele:

Entkopplung von Vorverstärkern in einem Mischpult; Entkopplung der Analogteile in einer Digitalschaltung.

Schaltungen:

Bei niederen Störfrequenzen verwendet man die R-C-Schaltung (*Abb. 3.1*). Bei hohen Frequenzen verwendet man die L-C-Schaltung (*Abb. 3.2*); in diesem Fall muß C ein Tantalkondensator sein.

Test:

Eingabe:

Siebfaktor = 200, f = 10 000 Hz, I_{max} = 0,01 A, UV_{max} = 2 V
Fall 1/L = 0,1 mH, Fall 2/C = 100 µF

Ausgabe:

R-C-Schaltung	L-C-Schaltung
R = 200 Ω/0,02 W	Fall 1/L = 0,1 mH/C = 500 µF
C = 16 µF	Fall 2/C = 100 µF/L = 0,5 mH

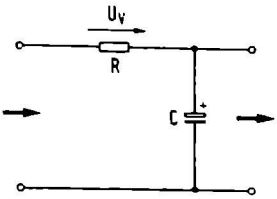


Abb. 3.1 R-C-Schaltung

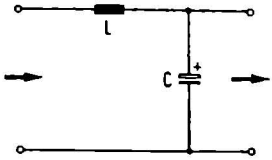


Abb. 3.2 L-C-Schaltung

```
2000 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
2010 PRINT"******************************"
2020 PRINT"SIEB-UND ENTKOPPLUNGSSCHALTUNG"
2030 PRINT"******************************"
2040 PRINT:PRINT:PRINT
2050 PRINT"UM WELCHEN FAKTOR SOLL DIE STOERUNG"
2060 PRINT"VERMINDERT WERDEN"
2070 INPUT EF:PRINT
2080 PRINT"KLEINSTE STOERFREQUENZ IN Hz"
2090 INPUT F:PRINT
2100 PRINT"GROESSTER STROM DER NACHFOLGENDEN"
2110 PRINT"SCHALTUNG IN A"
2120 INPUT IM:PRINT
2130 PRINT"GROESSTMOEGLICHER SPANNUNGSABFALL AN"
2140 PRINT"DER SIEBSCHALTUNG IN V"
2150 INPUT UV:PRINT
2160 REM R-C-SCHALTUNG
2170 R=UV/IM
2180 C=(EF*1E6)/(2*3.1416*F*R)
2190 PR=UV*IM
2200 PRINT"R-C-SCHALTUNG:":PRINT
2210 PRINT"R=";R;"OHM /";PR;"WATT":PRINT
2220 PRINT"C=";C;"MICROFARAD":PRINT
2230 REM L-C-SCHALTUNG
2240 PRINT"WOLLEN SIE DIE SPULE ODER DEN"
2250 PRINT"KONDENSATOR VORGEBEN"
2255 PRINT"(L IN mH ; C IN MICROFARAD)"
2260 INPUT A$:PRINT
```

```
2270 IF A$<>"L" AND A$<>"C" THEN GOTO 2240
2280 IF A$="L" THEN INPUT"L=";L:PRINT
2290 IF A$="C" THEN INPUT"C=";C:PRINT
2295 L=L/1000:C=C/1E6
2300 IF A$="L" THEN C=(EF*1E6)/(39.48*F*F*L):L=L*1E3
2310 IF A$="C" THEN L=(EF*1E3)/(39.48*F*F*C):C=C*1E6
2320 PRINT
2330 PRINT"L-C-SCHALTUNG:":PRINT
2340 PRINT"L=";L;"mH / R WIRD VERNACHLAESSIGT":PRINT
2350 PRINT"C=";C;"MICROFARAD":PRINT
2360 REM **** ENDE DES PROGR. SIEBSCH. ****
2370 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
2380 INPUT A$
2390 IF A$="J" THEN GOTO 100
2400 GOTO 2000
```

4 Lautsprecherweichen

Problem:

Da ein Lautsprecher nicht den vollen Tonumfang (20 Hz bis 20 kHz) naturgetreu wiedergeben kann, setzt man für jeden Frequenzbereich einen Schmalband-Lautsprecher ein. Von der Frequenzweiche bekommt jeder Lautsprecher nur die Tonanteile zugewiesen, die er ohne Verzerrungen wiedergeben kann.

Anwendungsbeispiel:

Mehrweg-Hi-Fi-Boxen.

Schaltungshinweise:

- Für den Hochtonkondensator sollte man einen induktionsarmen Folienkondensator verwenden.
- Die Spannungsfestigkeit der Kondensatoren wird so hoch gewählt, wie die Versorgungsspannung des Verstärkers.
- Es werden bipolare Tonfrequenz-Elektrolytkondensatoren verwendet.

Schaltungen:

Für kleine Boxen verwendet man die Zweiweg-Weiche mit 6 dB/Okt. (*Abb. 4.1*) oder mit 12 dB/Okt. (*Abb. 4.2*). Die Dreiweg-Weiche mit 6 dB/Okt. ist in (*Abb. 4.3*) dargestellt. Wenn man Hörner oder Kalotten-Lautsprecher verwendet, sollte die Dreiweg-Weiche mit 12 dB/Okt. (*Abb. 4.4*) eingesetzt werden.

Test:

Eingabe: (Zweiweg)
RT = 8 Ω, RH = 8 Ω, F1 = 4000 Hz

Ausgabe: (6 dB/Okt.) LT = 0,318 mH, CH = 4,97 µF
(12 dB/Okt.) LT = 0,45 mH, CT = 3,52 µF
LH = 0,45 mH, CH = 3,52 µF

Eingabe: (Dreiweg)
RT = 8 Ω, RM = 8 Ω, RH = 8 Ω,
F1 = 1500 Hz, F2 = 3000 Hz

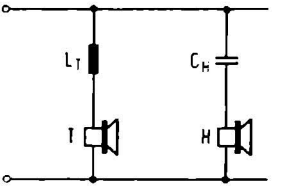


Abb. 4.1
Zweiweg-Weiche (6 dB/Okt.)

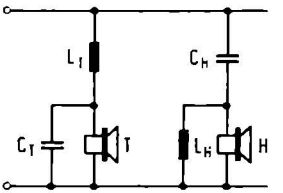


Abb. 4.2
Zweiweg-Weiche (12 dB/Okt.)

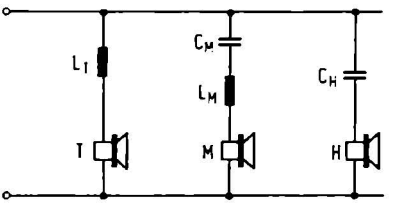


Abb. 4.3 Dreiweg-
Weiche (6 dB/Okt.)

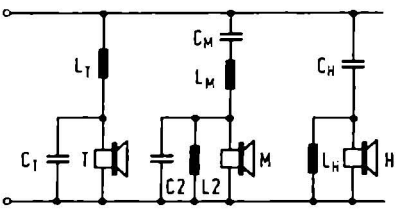


Abb. 4.4 Dreiweg-
Weiche (12 dB/Okt.)

Ausgabe: (6 dB/Okt.)
LT = 0,8 mH
LM = 0,42 mH, CM = 13,3 µF
CH = 6,63 µF

Ausgabe: (12 dB/Okt.)
LT = 1,2 mH, CT = 9,38 µF
LM = 0,6 mH, CM = 9,38 µF, L2 = 1,2 mH,
C2 = 4,69 µF
LH = 0,6 mH, CH = 4,69 µF

```
2500 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
2510 PRINT"*****************************"
2520 PRINT"      LAUTSPRECHER-WEICHEN"
2530 PRINT"*****************************"
2540 PRINT:PRINT:PRINT
2550 PRINT"WOLLEN SIE EINE ZWEIWEG.- ODER"
2560 PRINT"DREIWEGWEICHE BERECHNEN    2/3"
2570 INPUT A$:PRINT
2580 IF A$<>"2" AND A$<>"3" THEN GOTO 2550
2590 IF A$="3" THEN GOTO 2830
2600 PRINT"IMPEDANZ DES TIEFTOENERS IN OHM"
2610 INPUT RT:PRINT
2620 PRINT"IMPEDANZ DES HOCHTOENERS IN OHM"
2630 INPUT RH:PRINT
2640 PRINT"UEBERNAHMEFREQUENZ IN Hz"
2650 INPUT F1:PRINT
2660 REM 2-WEG 6dB/OKT.
2670 LT=1000*RT/(2*3.1416*F1)
2680 CH=1E6/(2*3.1416*F1*RH)
2690 PRINT"ZWEIWEGWEICHE 6dB/OKT.":PRINT
2700 PRINT"LT=";LT;"mH"
2710 PRINT"CH=";CH;"MICROFARAD":PRINT
2720 REM 2-WEG 12dB/OKT.
2730 LT=1000*RT*1.4142/(2*3.1416*F1)
2740 CT=1E6/(2*3.1416*F1*RT*1.4142)
2750 LH=1000*RH*1.4142/(2*3.1416*F1)
2760 CH=1E6/(2*3.1416*F1*RH*1.4142)
2770 PRINT"ZWEIWEGWEICHE 12dB/OKT.":PRINT
2780 PRINT"LT=";LT;"mH"
2790 PRINT"CT=";CT;"MICROFARAD"
2800 PRINT"LH=";LH;"mH"
2810 PRINT"CH=";CH;"MICROFARAD":PRINT
2820 GOTO 3230
2830 REM 3-WEG-WEICHEN
```

```
 2840 PRINT"IMPEDANZ DES TIEFTOENERS IN OHM"
 2850 INPUT RT:PRINT
 2860 PRINT"IMPEDANZ DES MITTELTOENERS IN OHM"
 2870 INPUT RM:PRINT
 2880 PRINT"IMPEDANZ DES HOCHTOENERS IN OHM"
 2890 INPUT RH:PRINT
 2900 PRINT"1.) UEBERNAHMEFREQUENZ IN Hz"
 2910 INPUT F1:PRINT
 2920 PRINT"2.) UEBERNAHMEFREQUENZ IN Hz"
 2930 INPUT F2:PRINT
 2940 IF F1>F2 THEN A=F1:F1=F2:F2=A
 2945 PRINT:PRINT
 2950 REM 3-WEG 6dB/OKT.
 2960 LT=1000*RT/(2*3.1416*F1)
 2970 LM=1000*RM/(2*3.1416*F2)
 2980 CM=1E6/(2*3.1416*F1*RM)
 2990 CH=1E6/(2*3.1416*F2*RH)
 2995 PRINT:PRINT
 3000 PRINT"DREIWEGWEICHE 6dB/OKT.":PRINT
 3010 PRINT"LT=";LT;"mH"
 3020 PRINT"LM=";LM;"mH"
 3030 PRINT"CM=";CM;"MICROFARAD"
 3040 PRINT"CH=";CH;"MICROFARAD":PRINT
 3050 REM 3-WEG 12dB/OKT.
 3060 LT=1000*RT*1.4142/(2*3.1416*F1)
 3070 CT=1E6/(2*3.1416*F1*1.4142*RT)
 3080 CM=1E6/(2*3.1416*F1*1.4142*RM)
 3090 L2=1000*1.4142*RM/(2*3.1416*F1)
 3100 LM=1000*RM*1.4142/(2*3.1416*F2)
 3110 C2=1E6/(2*3.1416*F2*RM*1.4142)
 3120 LH=1000*RH*1.4142/(2*3.1416*F2)
 3130 CH=1E6/(2*3.1416*F2*RH*1.4142)
 3140 PRINT"DREIWEGWEICHE 12dB/OKT.":PRINT
 3150 PRINT"LT=";LT;"mH"
 3160 PRINT"CT=";CT;"MICROFARAD"
 3170 PRINT"LM=";LM;"mH"
 3180 PRINT"CM=";CM;"MICROFARAD"
 3190 PRINT"L2=";L2;"mH"
 3200 PRINT"C2=";C2;"MICROFARAD"
 3210 PRINT"LH=";LH;"mH"
 3220 PRINT"CH=";CH;"MICROFARAD":PRINT
 3230 REM **ENDE DES PROGR. LAUTSPRECHERW.**
 3240 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 3250 INPUT A$
 3260 IF A$="J" THEN GOTO 100
 3270 GOTO2550
OK
```

5 Emitterschaltung

Problem:

Eine Transistorschaltung ist so zu berechnen, daß bei vorgegebenen Eingangsdaten die Aussteuerungsfähigkeit maximal wird. Gleichzeitig sollen Verzerrungen, Temperaturdrift und Frequenzgang-Schwankungen minimal gehalten werden.

Anwendungsbeispiel:

Häufigste Transistorschaltung in der NF-Technik.

Schaltungshinweise:

- Alle Kondensatoren sollen die Betriebsspannung aushalten. Wenn der Widerstand RE im Vergleich zu RV sehr klein ist, so kann RE und CE entfallen, wobei sich der Kollektorstrom geringfügig erhöht.
- Der Kondensator CX wird in der Praxis häufig als Trimmkondensator ausgelegt. Wenn man an den Eingang der Schaltung ein sauberes Rechtecksignal anlegt (*Abb. 5.1*), so kann man mit CX das Ausgangssignal optimieren.
- Es wird vorausgesetzt, daß die nächste Verstärkerstufe einen Koppelkondensator besitzt.

Programmhinweise:

- Wird die Kollektor-Basis-Kapazität ungenau angegeben, so kann die Eingangskapazität nur ungenau berechnet werden.
- Eine falsche Angabe über den Generatorwiderstand führt zu einer geringen Änderung von CE.
- Das Programm berechnet die Schaltung nur im NF-Bereich genau.

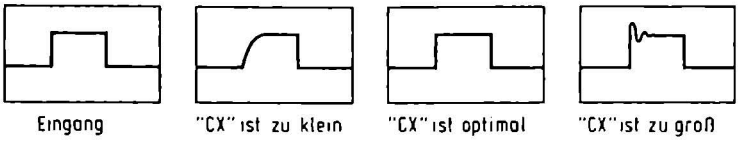


Abb. 5.1 Schirmbilder (Abgleich mit CX)

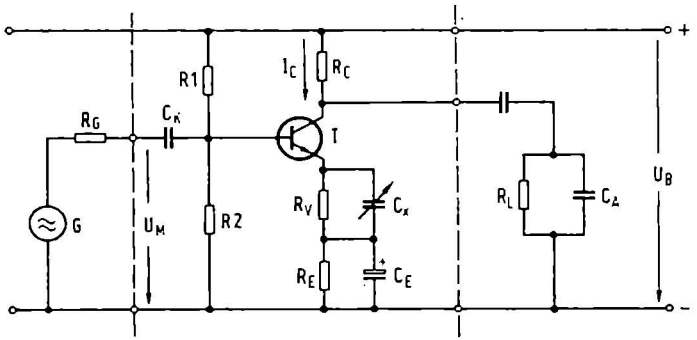


Abb. 5.2 Emitterschaltung

Schaltung:

In *Abb. 5.2* ist die Emitterschaltung mit dem Generatorwiderstand RG und dem Lastwiderstand RL dargestellt.

Test:

Eingabe: UB = 9 V, IC = 2 mA
B = 250, VU = 3,5
FU = 20 Hz, CC = 4,7 pF
RG = 10 000 Ω, CA = 100 pF

Ausgabe:

Eingangswiderstand = 14 308 Ω
Eingangskapazität = 0,02115 nF
Max. Eingangsspannung = 0,707 V_{eff}
Transistorverluste = 0,022 W
CK = 787 nF, R1 = 84 090 Ω
R2 = 20 000 Ω, RC = 1750 Ω
RV = 487,5 Ω, CX = 0,359 nF
RE = 10,5 Ω, CE = 20 840 nF

```
3300 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
3310 PRINT"*******************************"
3320 PRINT"        EMITTERSCHALTUNG"
3330 PRINT"*******************************"
3340 PRINT:PRINT:PRINT
3350 PRINT:PRINT:PRINT
3360 PRINT"BETRIEBSSPANNUNG UB IN V"
3370 INPUT UB:PRINT
3380 PRINT"KOLLEKTORSTROM IN mA"
3390 INPUT IC:IC=IC/1000:PRINT
3400 PRINT"VERSTAERKUNGSFAKTOR B"
3405 PRINT"BEI";IC;"A"
3410 INPUT B:PRINT
3420 PRINT"GEWUENSCHTE LEERLAUF-"
3430 PRINT"VERSTAERKUNG VU"
3440 INPUT VU:PRINT
3450 PRINT"UNTERE GRENZFREQUENZ IN Hz"
3460 INPUT FU:PRINT
3470 PRINT"KOLLEKTOR-BASIS-KAPAZITAET IN pF"
3480 INPUT CC:CC=CC/1E12:PRINT
3490 PRINT"GENERATORWIDERSTAND RG IN OHM"
3500 INPUT RG:PRINT
3510 PRINT"LASTKAPAZITAET IN pF"
3520 INPUT CA:CA=CA/1E12:PRINT
3530 REM BERECHNUNG DER WERTE
3535 BS=1.6:REM BASISSPANNUNG
3540 IB=IC/B
3550 R2=BS/(10*IB)
3560 R1=(UB-BS)/(11*IB)
3570 RX=(BS-0.6)/(IC+IB)
3580 RC=(UB-BS-0.4)/(2*IC)
3590 RT=0.025/IC
3600 RV=RC/VU-RT
3610 IF RV>RX THEN BS=BS+0.05:GOTO3540
3620 IF RV<0 THEN PRINT"VERSTAERKUNG IST ZU GROSS"
```

```
 3630 IF RV<0 THEN INPUT"VU=";VU:PRINT:GOTO3530
 3640 RE=RX-RV
 3650 FH=FU/1.4142
 3660 CI=1E9*CC*(VU+1)
 3670 CE=1E9/(2*3.1416*FH*(RT+RV+RG/B))
 3680 ZE=1/(1/R1+1/R2+1/(B*(RT+RV)))
 3690 CK=1E9/(ZE*2*3.1416*FH)
 3700 UM=((UB-BS-0.4)/(2*1.4142))/VU
 3705 IF RV<>0 THEN CX=1E9*RC*CA/RV
 3706 IF RV=0 THEN CX=0
 3710 PT=UB*UB*1.2/(2*(RC+RV+RE))
 3720 REM AUSGABE
 3730 PRINT"DATEN:":PRINT
 3740 PRINT"EINGANGSWIDERSTAND";TAB(22);ZE;"OHM"
 3750 PRINT"EINGANGSKAPAZITAET";TAB(22);CI;"nF"
 3760 PRINT"MAX EINGANGSSPANNUNG";TAB(22);UM;"Veff"
 3770 PRINT"TRANSISTORVERLUSTE";TAB(22);PT;"W"
 3780 PRINT
 3790 PRINT"WERTE:":PRINT
 3800 PRINT"CK=";CK;"nF"
 3810 PRINT"R1=";R1;"OHM"
 3820 PRINT"R2=";R2;"OHM"
 3830 PRINT"RC=";RC;"OHM"
 3840 PRINT"RV=";RV;"OHM"
 3850 PRINT"CX=";CX;"nF"
 3860 PRINT"RE=";RE;"OHM"
 3870 PRINT"CE=";CE;"nF"
 3880 REM **ENDE DES PROGR. EMITTERSCH.**
 3890 PRINT
 3900 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 3910 INPUT A$
 3920 IF A$="J" THEN GOTO 100
 3930 GOTO 3300
OK
```

6 Kollektorschaltung

Problem:

Es gibt Baugruppen, die eine hohe Ausgangs- oder niedere Eingangsimpedanz haben. Diese Baugruppen werden mit einem Widerstandstransformator (Kollektorschaltung) an andere Impedanzen angeglichen.

Anwendungsbeispiele:

Treiber vor langen Leitungen, Impedanzwandler nach passiven Filterketten, Eingangsschaltung von NF-Verstärkern.

Schaltungshinweise:

- Der Kondensator „CK" soll der Betriebsspannung standhalten. Die Verlustleistung des Transistors hängt stark von der Last ab.
- Diese Schaltung ist nicht kurzschlußfest!
- Die nächste Verstärkerstufe muß am Eingang einen Koppelkondensator haben.

Programmhinweise:

Dieses Programm berechnet die Schaltung nur im NF-Bereich genau.

Schaltung:

Die Kollektorschaltung (*Abb. 6.1*) ist mit dem Lastwiderstand und dem Generatorwiderstand gezeichnet.

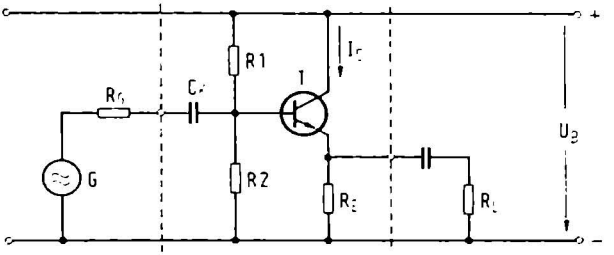


Abb. 6.1 Kollektorschaltung

Test:

Eingabe:	Ausgabe:
IC = 1 mA	CK = 147 nF
UB = 12 V	R1 = 109 091 Ω
RG = 1000 Ω	R2 = 120 000 Ω
B = 200	RE = 5373 Ω
FU = 20 Hz	Eingangswiderstand = 54 270 Ω
	Ausgangswiderstand = 29,8 Ω
	Spannungsverstärkung = 0,995 Ω

```
4000 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
4010 PRINT"******************************"
4020 PRINT"       KOLLEKTORSCHALTUNG"
4030 PRINT"******************************"
4040 PRINT:PRINT:PRINT
4050 PRINT"KOLLEKTORSTROM IN mA"
4060 INPUT IC:IC=IC/1000:PRINT
4070 PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UB IN V"
4080 INPUT UB:PRINT
4090 PRINT"GENERATORWIDERSTAND RG IN OHM"
4100 INPUT RG:PRINT
4110 PRINT"STROMVERSTAERKUNGSFAKTOR B"
4120 INPUT B:PRINT
4130 PRINT"UNTERE GRENZFREQUENZ IN Hz"
4140 INPUT FU:PRINT:PRINT:PRINT
4150 BS=UB/2
4160 IB=IC/B
```

```
4170 R2=BS/(10*IB)
4180 R1=(UB-BS)/(11*IB)
4190 RE=(BS-0.6)/(IC+IB)
4200 RT=0.025/IC
4210 RI=1/(1/(B*(RT+RE))+1/R1+1/R2)
4220 RO=1/(1/(RT+RG/B)+1/RE)
4230 VU=1/(1+RT/RE)
4240 CK=1E9/(2*3.1416*FU*RI)
4250 REM AUSGABE
4260 PRINT"DATEN:":PRINT
4270 PRINT"EINGANGSWIDERSTAND";TAB(22);RI;"OHM"
4280 PRINT"AUSGANGSWIDERSTAND";TAB(22);RO;"OHM"
4290 PRINT"SPANNUNGSVERSTAERKUNG";TAB(22);VU
4300 PRINT
4310 PRINT"WERTE:":PRINT
4320 PRINT"CK=";CK;"nF"
4330 PRINT"R1=";R1;"OHM"
4335 PRINT"R2=";R2;"OHM"
4340 PRINT"RE=";RE;"OHM"
4350 PRINT
4360 REM **ENDE DES PROGR.KOLLEKTORSCH.**
4370 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
4380 INPUT A$
4390 IF A$="J" THEN GOTO 100
4400 GOTO 4000
OK
```

7 Kühlkörperberechnung

Problem:

Bei der Kühlkörperberechnung sind drei Faktoren wichtig:
1. Wärmewiderstand Sperrschicht-Gehäuse
2. Wärmewiderstand des Kühlkörpers
3. Wärmewiderstand der Montage- und Isoliermittel.

Das vorliegende Programm berücksichtigt die Bauform des Transistors und die drei genannten Wärmewiderstände.

Montagehinweise:

- Der Kontaktdruck zwischen Halbleiter und Kühlblech soll möglichst hoch sein.
- Die Lamellen des Kühlkörpers (Abb. 7.1) müssen so ausgerichtet werden, daß die Luft ohne Wirbel vorbeistreicht. Als Paste wird Silicon-Wärmeleitpaste verwendet.

Programmhinweise:

- Dieses Programm verwendet einen Sicherheitsfaktor von 1,2. Man kann diesen Faktor in der Zeile 4830 ändern.
- Das Programm benötigt die Wärmeübergangs-Fläche zwischen Halbleiter und Kühlkörper. Diesen Wert kann man bei jeder Gehäuseform schätzen oder berechnen. Die Einheit dieses Wertes ist cm^2.

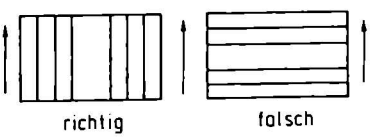


Abb. 7.1 Montage des Kühlkörpers

Test:

Eingabe:	Ausgabe:
Max. Sperrschichttemperatur = 200° C	Wärmewiderstand des Kühlkörpers = 1,42 K/W

Montageart = Glimmer 0,05 mm ohne P.
Wärmeübergangsfläche = 5 cm^2
Wärmewid. Sperrsch.-Geh. = 1,5 K/W
Max. Umgebungstemperatur = 50° C
Transistorverlustleistung = 30 W

```
4500 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
4510 PRINT"*******************************"
4520 PRINT"   KUEHLKOERPER  BERECHNUNG"
4520 PRINT"*******************************"
4530 PRINT:PRINT:PRINT
4550 PRINT"MAXIMALE SPERRSCHICHTTEMPERATUR IN C"
4560 INPUT TS:PRINT
4590 PRINT"MONTAGEART:":PRINT
4600 PRINT"AUF ELOXALSCHICHT OHNE PASTE=1"
4610 PRINT"AUF ELOXALSCHICHT MIT PASTE =2"
4620 PRINT"AUF METALL OHNE PASTE       =3"
4630 PRINT"AUF METALL MIT PASTE        =4"
4640 PRINT"GLIMMER (0.05mm) OHNE PASTE =5"
4650 PRINT"GLIMMER (0.05mm) MIT PASTE  =6"
4670 PRINT"GLIMMER (0.1mm) OHNE PASTE  =7"
4680 PRINT"GLIMMER (0.1mm) MIT PASTE   =8"
4690 PRINT
4692 INPUT A:PRINT
4694 IF A>8 OR A<1 THEN GOTO 4590
4696 IF A=1 THEN UZ=2
4698 IF A=2 THEN UZ=1.4
4700 IF A=3 THEN UZ=1
4702 IF A=4 THEN UZ=0.5
4704 IF A=5 THEN UZ=6.25
4706 IF A=6 THEN UZ=1.75
4708 IF A=7 THEN UZ=7
4710 IF A=8 THEN UZ=2
4720 PRINT"WAERME-UEBERGANGS-FLAECHE ZWISCHEN"
4730 PRINT"HALBLEITER UND KUEHLKOERPER IN (cm*cm)"
4740 INPUT A:PRINT
4750 UZ=UZ/A
4760 PRINT"WAERMEWIDERSTAND SPERRSCH.-GEH.IN K/W"
4770 INPUT SG:PRINT
```

```
4780 PRINT"MAXIMALE UMGEBUNGSTEMPERATUR IN C"
4790 INPUT TM:PRINT
4800 PRINT"MAXIMALE TRANSISTORVERLUSTLEISTUNG IN W"
4810 INPUT PT:PRINT
4820 REM******SICHERHEITSFAKTOR******
4830 S=1.2
4840 RT=(TS-TM)/(PT*S)-(UZ+SG)
4850 IF RT<=0.1 THEN PRINT"WAEHLE EINE ANDERE MONTAGE"
4860 IF RT<=0.1 THEN PRINT"ODER EINEN ANDEREN HALBLEITER"
4870 IF RT<=0.1 THEN FORA=1TO8000:NEXT A:GOTO4500
4880 PRINT"ERGEBNIS:"
4890 PRINT"=========":PRINT
4900 PRINT"BEI EINEM SICHERHEITSFAKTOR VON";S
4910 PRINT"MUSS DER KUEHLKOERPER EINEN WAERME-"
4920 PRINT"WIDERSTAND VON";RT;" K/W"
4930 PRINT"HABEN.":PRINT
4940 REM *** ENDE DES PROGR. KUEHLK. ***
4950 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
4960 INPUT A$
4970 IF A$="J" THEN GOTO 100
4980 GOTO 4500
OK
```

8 Collins Filter

Problem:

In der HF-Technik werden die Eingangs- und Ausgangswiderstände einer Schaltung an die Widerstände der angrenzenden Baugruppen angeglichen, damit Reflektionen, Verzerrungen und Übertragungsverluste vermieden werden. Für diese Aufgabe wird das „Collins Filter" als passiver Widerstandstransformator eingesetzt.

Anwendungsbeispiel:

Antennen werden mit diesem Filter an Verstärkereingänge oder Leitungen angeglichen.

Schaltungshinweise:

- Diese Schaltung wird nur in der HF-Technik angewendet, da sich bei niederen Frequenzen unhandliche Spulen ergeben.
- Dieses Filter hat eine Bandpaß-Charakteristik.
- In der Praxis werden Gütewerte zwischen 5 und 30 verwendet.

Schaltung:

In der *Abb. 8.1* ist das „Collins Filter" mit den Ersatzwiderständen der angrenzenden Schaltungen gezeichnet.

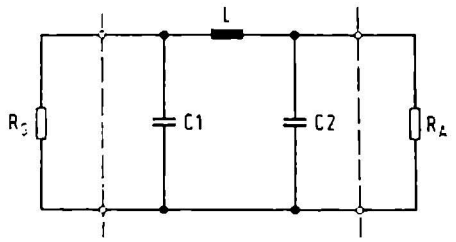


Abb. 8.1
Collins Filter

Test:

Eingabe:
RG = 60 Ω
RA = 1000 Ω
FU = 88 MHz
FO = 104 MHz

Ausgabe:
Mittenfrequenz = 96 MHz
Bandbreite = 16 MHz
Güte Q = 6
C1 = 0,065 nF
C2 = 0,016 nF
L = 214 nH

```
 5000 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
 5010 PRINT"******************************"
 5020 PRINT"         COLLINS FILTER"
 5030 PRINT"******************************"
 5040 PRINT:PRINT:PRINT
 5050 PRINT"GENERATORINNENWIDERSTAND RG IN OHM"
 5060 INPUT RG:PRINT
 5070 PRINT"AUSGANGSWIDERSTAND RA IN OHM"
 5080 INPUT RA:PRINT
 5090 PRINT"UNTERE FREQUENZ IN Hz"
 5100 INPUT FU:PRINT
 5110 PRINT"OBERE FREQUENZ IN Hz"
 5120 INPUT FO:PRINT
 5130 IF FO<=FU THEN GOTO 5090
 5140 PRINT:PRINT
 5150 FM=(FU+FO)/2
 5160 B=FO-FU
 5170 Q=FM/B
 5180 C1=1E9/(3.1416*B*(RG+SQR(RG*RA)))
 5190 C2=1E9/(3.1416*B*(RA+SQR(RG*RA)))
 5200 L=1E9*B*(RG+RA+2*SQR(RG*RA))/(4*3.1416*FM*FM)
 5210 PRINT"AUSGABE:":PRINT
 5220 PRINT"MITTENFREQUENZ FM=";FM;"Hz"
 5230 PRINT"BANDBREITE      B=";B;"Hz"
 5240 PRINT"GUETE           Q=";Q
 5250 PRINT
 5260 PRINT"               C1=";C1;"nF"
 5270 PRINT"               C2=";C2;"nF"
 5280 PRINT"                L=";L;"nH"
 5285 PRINT
 5290 REM ** ENDE DES PROGR.COLLIN **
 5300 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 5310 INPUT A$
 5320 IF A$="J" THEN GOTO 100
 5330 GOTO 5000
OK
```

9 HF-Verzögerungsleitung

Problem:
In der HF-Technik kann es vorkommen, daß man ein Analogsignal, bei vorgegebenem Wellenwiderstand, zeitlich verzögern will. Wenn man diese Aufgabe mit einer passiven LC-Schaltung lösen will, dann ergibt sich zu jeder gewählten Verzögerungszeit eine bestimmte, obere Frequenzgrenze.

Anwendungsbeispiele:
Phasenverschiebung und Laufzeitverzögerung in HF-Schaltungen.

Schaltungen:
Die beiden möglichen Schaltungen sind in *Abb. 9.1* und *Abb. 9.2* dargestellt. Der Computer errechnet die Werte „L" und „C". Diese Werte müssen mit dem im Schaltplan vermerkten Faktor multipliziert werden.

Test:

Eingabe:	Ausgabe:
T = 250 ns	C = 1,042 nF
Z = 240 Ω	L = 0,06 mH
	F = 636 620 Hz

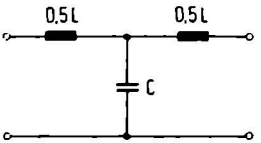
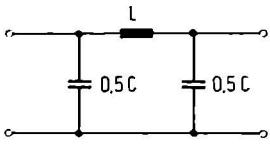


Abb. 9.1 LCL-Leitung

Abb. 9.2 CLC-Leitung




```
 5400 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
 5410 PRINT"*****************************"
 5420 PRINT"      VERZOEGERUNGSLEITUNG"
 5430 PRINT"*****************************"
 5440 PRINT:PRINT:PRINT
 5450 PRINT"VERZOEGERUNGSZEIT T IN ns"
 5460 INPUT T:T=T/1E9:PRINT
 5470 PRINT"WELLENWIDERSTAND Z IN OHM"
 5480 INPUT Z:PRINT:PRINT:PRINT
 5490 C=T/Z
 5500 L=T*Z
 5510 FO=1/(2*3.1415927*SQR(L*C))
 5520 C=C*1E9
 5530 L=L*1000
 5540 PRINT"AUSGABE:":PRINT
 5550 PRINT"C=";C;"nF"
 5560 PRINT"L=";L;"mH"
 5570 PRINT"F=";FO;"Hz"
 5580 PRINT
 5590 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 5600 INPUT A$
 5610 IF A$="J" THEN GOTO 100
 5620 GOTO5400
OK
```

10 Hoch- und Tiefpässe

Problem:

Wenn man einen frequenzabhängigen „Schalter" benötigt, der nur Frequenzen über einem Grenzwert oder unter einem Grenzwert durchlassen soll, verwendet man einen Hoch- oder Tiefpaß.

Anwendungsbeispiele:

Aktive Lautsprecherboxen, Klangfilter, Funkentstörung.

Schaltungshinweise:

- Die RC- und LR-Filter haben eine Dämpfung von 6 dB/Oktave. Alle anderen Filter dämpfen mit 12 dB/Oktave. Filtertypen, die keine Ohmschen Widerstände enthalten, arbeiten verlustlos.
- Einige Filter benötigen einen Ohmschen Abschlußwiderstand, der vom Programm abgefragt wird. Dieser Abschlußwiderstand ist mit dem Ein- oder Ausgangswiderstand der angrenzenden Schaltung identisch.
- RC-, LR- und LC-Filter steuert man mit einem niederohmigen Ausgang an. Das Ausgangssignal der Filter muß sehr hochohmig abgenommen werden.

Programmhinweise:

- Jedes Teilprogramm ist separat lauffähig. Die Grenzen der einzelnen Programme sind im Listing markiert.
- Bei den RC-, RL- und LC-Filtern gilt die Dimensionierung der Bauteile für Hoch- und Tiefpässe.

Schaltungen:

Die Abbildungen der Filter sind von *Abb. 10.1* bis *Abb. 10.10* dargestellt.

Test:

RC-Paß

1. Eingabe	1. Ausgabe	2. Eingabe	2. Ausgabe
F = 1000 Hz	R = 500 Ω	F = 3000 Hz	R = 106,103 Ω
R = 500 Ω	C = 318,31 nF	C = 500 nF	C = 500 nF

RL-Paß

1. Eingabe	1. Ausgabe	2. Eingabe	2. Ausgabe
F = 1500 Hz	R = 1000 Ω	F = 4500 Hz	R = 0,2827 Ω
R = 1000 Ω	L = 106,103 mH	L = 0,01 mH	L = 0,01 mH

LC-Paß

1. Eingabe	1. Ausgabe	2. Eingabe	2. Ausgabe
F = 2500 Hz	L = 100 mH	F = 20 000 Hz	L = 1,34736 mH
L = 100 mH	C = 40,529 nF	C = 47 nF	C = 47 nF

LCL-Hochpaß

Eingabe
F = 4000 Hz
R = 1000 Ω

Ausgabe
L = 28,68 mH
C = 22,4 nF

LCL-Tiefpäß

Eingabe
F = 100 000 Hz
R = 240 Ω

Ausgabe
L = 0,43 mH
C = 9.56 nF

CLC-Hochpaß

Eingabe
F = 100 000 Hz
R = 75 Ω

Ausgabe
L = 0,0672 mH
C = 15,294 nF

CLC-Tiefpaß

Eingabe
F = 20 000 Hz
R = 500 Ω

Ausgabe
L = 5,7353 mH
C = 17,923 nF

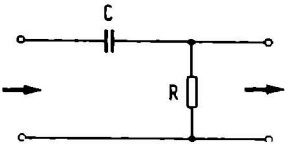


Abb. 10.1 RC-Hochpaß

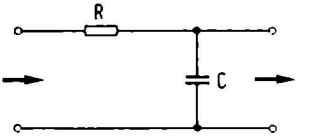


Abb. 10.2 RC-Tiefpaß

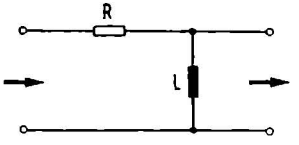


Abb. 10.3 LR-Hochpaß

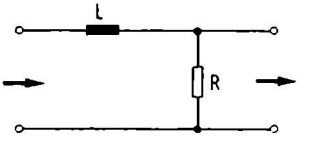


Abb. 10.4 LR-Tiefpaß

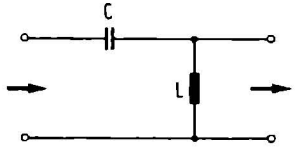


Abb. 10.5 LC-Hochpaß

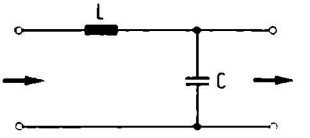


Abb. 10.6 LC-Tiefpaß

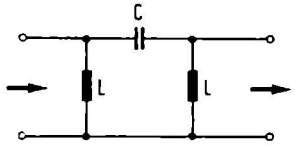


Abb. 10.7 LCL-Hochpaß

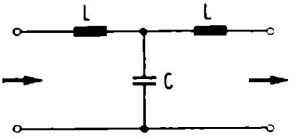


Abb. 10.8 LCL-Tiefpaß

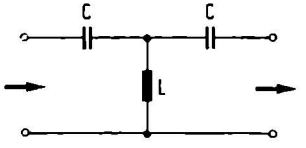


Abb. 10.9 CLC-Hochpaß

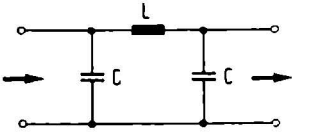


Abb. 10.10 CLC-Tiefpaß

```
5700 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
5705 PRINT"*****************************"
5710 PRINT"      HOCH.-UND TIEFPAESSE"
5715 PRINT"*****************************"
5720 PRINT:PRINT:PRINT
5725 PRINT"RC-PASS       = 1"
5730 PRINT"RL-PASS       = 2"
5735 PRINT"LC-PASS       = 3"
5740 PRINT"LCL-HOCHPASS= 4"
5745 PRINT"LCL-TIEFPASS= 5"
5750 PRINT"CLC-HOCHPASS= 6"
5755 PRINT"CLC-TIEFPASS= 7"
5757 PRINT"ENDE          = 8"
5760 PRINT
5765 INPUT"IHRE WAHL";A
5767 IF A=8 THEN GOTO 100
5770 IF A<1 OR A>8 THEN GOTO 5700
5775 PRINT:PRINT:PRINT
5780 ON A GOTO 5785,5885,5990,6095,6190,6285,6380
5785 REM BEGIN OF RC-PASS
5790 PRINT"RC-PASS"
5795 PRINT"=======":PRINT
5800 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
5805 INPUT F:PRINT
5810 PRINT"WOLLEN SIE R ODER C VORGEBEN"
5812 PRINT"IN OHM ODER nF     R/C"
5815 INPUT A$:PRINT
5820 IF A$<>"R" AND A$<>"C" THEN GOTO 5810
5825 IF A$="R" THEN INPUT"R=";R:PRINT
5830 IF A$="C" THEN INPUT"C=";C:C=C/1E9:PRINT
5835 IF A$="R" THEN C=1/(6.283185*F*R)
5840 IF A$="C" THEN R=1/(6.283185*F*C)
5845 PRINT"AUSGABE (RC-PASS):"
5850 PRINT"================":PRINT
5855 PRINT"R=";R;"OHM"
5860 PRINT"C=";C*1E9;"nF":PRINT
5865 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
5870 INPUT A$
5875 REM END OF RC-PASS
5877 GOTO 5700
5885 REM BEGIN OF RL-PASS
5890 PRINT"RL-PASS"
5895 PRINT"=======":PRINT
5900 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
5905 INPUT F:PRINT
5910 PRINT"WOLLEN SIE R ODER L VORGEBEN"
5915 PRINT"IN OHM ODER mH     R/L"
5920 INPUT A$:PRINT
```

```
5925 IF A$<>"R" AND A$<>"L" THEN GOTO 5910
5930 IF A$="R" THEN INPUT"R=";R:PRINT
5935 IF A$="L" THEN INPUT"L=";L:L=L/1000:PRINT
5940 IF A$="R" THEN L=R/(6.283185*F)
5945 IF A$="L" THEN R=6.283185*F*L
5950 PRINT"AUSGABE (RL-PASS):"
5955 PRINT"==================":PRINT
5960 PRINT"R=";R;"OHM"
5965 PRINT"L=";L*1000;"mH":PRINT
5970 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
5975 INPUT A$
5980 REM END OF RL-PASS
5985 GOTO 5700
5990 REM BEGIN OF LC-PASS
5995 PRINT"LC-PASS"
6000 PRINT"=======":PRINT
6005 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
6010 INPUT F:PRINT
6015 PRINT"WOLLEN SIE L ODER C VORGEBEN"
6020 PRINT"IN mH ODER nF      L/C"
6025 INPUT A$:PRINT
6030 IF A$<>"L" AND A$<>"C" THEN GOTO 6015
6035 IF A$="L" THEN INPUT"L=";L:L=L/1000:PRINT
6040 IF A$="C" THEN INPUT"C=";C:C=C/1E9:PRINT
6045 IF A$="L" THEN C=1/(39.4784*F*F*L)
6050 IF A$="C" THEN L=1/(39.4784*F*F*C)
6055 PRINT"AUSGABE (LC-PASS):"
6060 PRINT"==================":PRINT
6065 PRINT"L=";L*1E3;"mH"
6070 PRINT"C=";C*1E9;"nF":PRINT
6075 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
6080 INPUT A$
6085 REM END OF LC-PASS
6090 GOTO 5700
6095 REM BEGIN OF LCL-HOCHPASS
6100 PRINT"LCL-HOCHPASS"
6105 PRINT"============":PRINT
6110 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
6115 INPUT F:PRINT
6120 PRINT"ABSCHLUSSWIDERSTAND R IN OHM"
6125 INPUT R:PRINT
6130 F=1.11*F
6135 Z=R/1.25
6140 L=1000*Z/(6.283185*F)
6145 C=1E9/(2*6.283185*F*Z)
6150 PRINT"AUSGABE (LCL-HOCHPASS):"
6155 PRINT"======================":PRINT
```

```
6160 PRINT"L=";L;"mH"
6165 PRINT"C=";C;"nF":PRINT
6170 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
6175 INPUT A$
6180 REM END OF LCL-HOCHPASS
6185 GOTO 5700
6190 REM BEGIN OF LCL-TIEFPASS
6195 PRINT"LCL-TIEFPASS"
6200 PRINT"============":PRINT
6205 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
6210 INPUT F:PRINT
6215 PRINT"ABSCHLUSSWIDERSTAND R IN OHM"
6220 INPUT R:PRINT
6225 F=1.11*F
6230 Z=R/0.8
6235 L=Z*1000/(6.283185*F)
6240 C=2*1E9/(6.283185*F*Z)
6245 PRINT"AUSGABE (LCL-TIEFPASS):"
6250 PRINT"========================":PRINT
6255 PRINT"L=";L;"mH"
6260 PRINT"C=";C;"nF":PRINT
6265 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
6270 INPUT A$
6275 REM END OF LCL-TIEFPASS
6280 GOTO 5700
6285 REM BEGIN OF CLC-HOCHPASS
6290 PRINT"CLC-HOCHPASS"
6295 PRINT"============":PRINT
6300 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
6305 INPUT F:PRINT
6310 PRINT"ABSCHLUSSWIDERSTAND R IN OHM"
6315 INPUT R:PRINT
6320 F=F*1.11
6325 Z=R/0.8
6330 L=1000*Z/(6.283185*F*2)
6335 C=1E9/(6.283185*F*Z)
6340 PRINT"AUSGABE (CLC-HOCHPASS):"
6345 PRINT"========================":PRINT
6350 PRINT"L=";L;"mH"
6355 PRINT"C=";C;"nF":PRINT
6360 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
6365 INPUT A$
6370 REM END OF CLC-HOCHPASS
6375 GOTO 5700
6380 REM BEGIN OF CLC-TIEFPASS
6385 PRINT"CLC-TIEFPASS"
6390 PRINT"============":PRINT
6395 PRINT"GRENZFREQUENZ F IN Hz"
```

```
6400 INPUT F:PRINT
6405 PRINT"ABSCHLUSSWIDERSTAND R IN OHM"
6410 INPUT R:PRINT
6415 F=F*1.11
6420 Z=R/1.25
6425 L=2*1000*Z/(6.283185*F)
6430 C=1E9/(6.283185*F*Z)
6435 PRINT"AUSGABE (CLC-TIEFPASS):"
6440 PRINT"=======================":PRINT
6445 PRINT"L=";L;"mH"
6450 PRINT"C=";C;"nF":PRINT
6455 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
6460 INPUT A$
6465 REM END OF CLC-TIEFPASS
6470 GOTO 5700
6475 REM****************************************
6480 REM****************************************
OK
```

11 Z-Diode

Problem:
Häufig wird in einer Schaltung eine stabilisierte Spannung verwendet, wobei die Spannungsquelle mit einem kleinen Strom belastet wird. Diese Spannungsquelle kann man mit einer Z-Diode sehr preiswert aufbauen.

Anwendungsbeispiele:
Referenzspannungsquelle, Entkopplung von Versorgungsspannungen, stabilisierte Spannungsquelle.

Schaltungshinweise:
Wenn die stabilisierte Spannung sehr rauschfrei sein soll, muß man einen keramischen Kondensator (47 nF bis 300 nF) zur Z-Diode parallelschalten. Bei Leistungsdioden verwendet man für diesen Zweck einen Tantal-Elektrolytkondensator.

Programmhinweise:
- Der Nennstrom „IZ" ist der Strom, bei dem die Zenerspannung im Datenblatt angegeben wird. Dieser Wert beträgt bei kleinen Z-Dioden (0,4 W) etwa 5 mA.
- Bei kleinen Z-Dioden ist der differentielle Widerstand 10 Ω bis 20 Ω groß. Dieser Wert kann in das Programm eingegeben werden, wenn die genauen Daten nicht bekannt sind.

Schaltung:
Die Z-Diodenschaltung ist in *Abb. 11.1* angegeben.

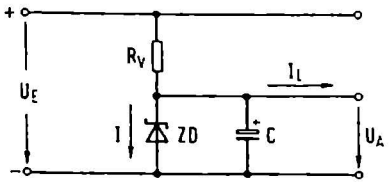


Abb. 11.1
Z-Diodenschaltung

Test:

Eingabe	Ausgabe
UZ = 5,6 V	UA = 5,6 V
PZ = 0,4 W	RV = 314,8 Ω
IZ = 5 mA	Delta UA = 0,08177 V
RD = 10 Ω	Min. RV = 89,6 Ω
Max. UE = 12 V	Max. RV = 540 Ω
Min. UE = 11 V	
Max. IL = 0,005 A, Min. IL = 0 A	

```
6500 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
6510 PRINT"*******************************"
6520 PRINT"           ZENERDIODE"
6530 PRINT"*******************************"
6540 PRINT:PRINT:PRINT
6550 PRINT"ZENERSPANNUNG UZ IN V"
6560 INPUT UZ:PRINT
6570 PRINT"LEISTUNG DER Z-DIODE IN W"
6580 INPUT PZ:PRINT
6590 PRINT"NENNSTROM IZ IN mA"
6600 INPUT IZ:IZ=IZ/1000:PRINT
6610 PRINT"DIFF. ZENERWIDERSTAND RD IN OHM"
6620 INPUT RD:PRINT
6630 PRINT"MAX. EINGANGSSPANNUNG UE IN V"
6640 INPUT UG:PRINT
6650 PRINT"MIN. EINGANGSSPANNUNG UE IN V"
6660 INPUT UK:PRINT
6662 IF UK<=1.2*UZ THEN PRINT"UE IST ZU KLEIN":GOTO6540
6665 IF UK>UG THEN GOTO 6630
6670 PRINT"MAX. LASTSTROM IL IN A"
6680 INPUT IG:PRINT
6690 PRINT"MIN. LASTSTROM IL IN A"
6700 INPUT IK:PRINT
```

```
 6701 IF IK>IG THEN GOTO 6670
 6702 P=UZ*(IZ+IG-IK)*1.2:REM SICHERH.=1.2
 6704 IF P>PZ THEN PRINT"Z-DIODEN-LEISTUNG IST ZU KLEIN"
 6706 IF P>PZ THEN GOTO 6540
 6710 RK=(UG-UZ)/(PZ/UZ+IK)
 6720 RG=(UK-UZ)/(IZ+IG)
 6730 DU=(UG-UK)*RD/(0.5*RK+0.5*RG)+RD*(IG-IK)
 6740 PV=(UG-UZ)*(IG+IZ)*1.2:REM SICHERH.=1.2
 6745 RV=(RK+RG)/2
 6750 PRINT"AUSGABE:"
 6760 PRINT"========":PRINT
 6770 PRINT"       UA=";UZ;"V"
 6775 PRINT"       RV=";RV;"OHM /";PV;"W"
 6780 PRINT"DELTA UA=";DU;"V"
 6790 PRINT" MIN. RV=";RK;"OHM"
 6800 PRINT" MAX. RV=";RG;"OHM":PRINT
 6810 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 6820 INPUT A$
 6830 IF A$="J" THEN GOTO 100
 6840 GOTO 6500
OK
```

12 Rechteckgenerator mit dem IC 555

Problem:

Ein universeller Rechteckgenerator sollte folgende Eigenschaften haben:

1. Er soll mit einem Steuersignal ein- und ausgeschaltet werden können.
2. Die Frequenz muß unabhängig von Temperatur- und Spannungsschwankungen sein.
3. Er muß TTL- und C-MOS-kompatibel sein.
4. Er muß den gängigen Frequenzbereich überstreichen und einen hohen Ausgangsstrom liefern (mindestens 0,1 A).
5. Er darf nicht teuer sein und sollte leicht erhältlich sein.
6. Das Tastverhältnis muß frei gewählt werden können.

Anwendungsbeispiele:

Oszillator, Timer, Blinkschaltungen.

Schaltungshinweise:

- Die Spannungsversorgung ist von 4,5 V bis 16 V möglich.
- Der maximale Ausgangsstrom darf 200 mA nicht übersteigen.
- Für R1 und R2 verwendet man Metallfilm-Widerstände.
- Wenn C1 kleiner als 1 µF ist, sollte man nur temperaturstabile Folienkondensatoren verwenden (KS, FKC, MKC). Für größere Kondensatoren verwendet man Tantal-Typen. Bei Frequenzen über 20 kHz schaltet man parallel zu C1 einen keramischen Kondensator (10 pF bis 100 pF).
- Die „HIGH-TIME" verlängert sich, wenn man R1 vergrößert. Die „LOW-TIME" verlängert sich, wenn man R2 vergrößert.

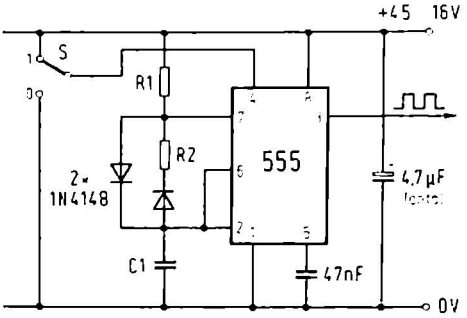


Abb. 12.1 Oszillator mit dem IC 555

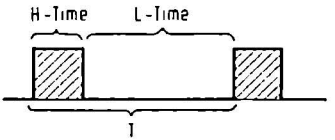


Abb. 12.2 Einzelimpuls

Programmhinweise:

Bei der Abfrage von C1 gibt das Programm einen Tip, in welcher Größenordnung der Wert liegen sollte. Wenn bei der weiteren Berechnung der Bauteile C1 als ein unpraktischer Wert erkannt wird, wiederholt sich die Abfrage von C1.

Schaltung:

In *Abb. 12.1* ist der Schaltplan des Oszillators mit dem Ein-Aus-Schalter gezeichnet. In *Abb. 12.2* ist ein Einzelimpuls mit den Begriffen beschriftet, die im Programm verwendet werden.

Test:

Eingabe	Ausgabe
UE = 5 V	Periodendauer = 40 ms
F = 25 Hz	H-Time = 20 ms
H-Time = 50 %	L-Time = 20 ms
C1 = 4700 nF	C1 = 4700 nF
	R1 = 4385 Ω
	R2 = 4385 Ω

```
 6900 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
 6910 PRINT"******************************"
 6915 PRINT"       RECHTECK-GENERATOR"
 6920 PRINT"******************************"
 6925 PRINT:PRINT:PRINT
 6930 PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UE IN V"
 6935 INPUT UE:PRINT
 6940 IF UE>16 OR UE<4.5 THEN GOTO 6930
 6945 PRINT"FREQUENZ F IN Hz"
 6950 INPUT F:PRINT
 6955 PRINT"HIGH-TIME IN %"
 6960 INPUT P:PRINT
 6964 REM ***** ENTLADESTROM *****
 6965 IF F>=1E6 THEN IE=0.025
 6966 IF F<1E6 AND F>1E3 THEN IE=0.005
 6967 IF F<=1E3 THEN IE=0.001
 6970 T=1/F
 6975 HT=T*P/100
 6980 LT=T-HT
 6985 R2=2*UE/(3*IE)
 6990 C1=LT*1E9/(R2*LOG((2*UE/3-0.65)/(UE/3-0.65)))
 6995 PRINT"WAEHLEN SIE C1 IN nF"
 7000 PRINT"RICHTWERT:";C1;"nF"
 7005 INPUT C1:C1=C1/1E9:PRINT
 7010 R1=HT/(C1*LOG((2*UE/3-0.65)/(UE/3-0.65)))
 7015 R2=LT/(C1*LOG((2*UE/3-0.65)/(UE/3-0.65)))
 7020 IF UE/R1>0.05 THEN IE=IE/2:GOTO 6985
 7025 PRINT"AUSGABE:"
 7030 PRINT"========":PRINT
 7040 PRINT"PERIODENDAUER =";T*1000;"ms"
 7045 PRINT"HIGH-TIME     =";HT*1000;"ms"
 7050 PRINT"LOW-TIME      =";LT*1000;"ms"
 7055 PRINT"             C1=";C1*1E9;"nF"
 7060 PRINT"             R1=";R1;"OHM"
 7065 PRINT"             R2=";R2;"OHM"
 7070 PRINT
 7075 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 7080 INPUT A$
 7085 IF A$="J" THEN GOTO 100
 7090 GOTO 6900
 7095 REM ********* END OF R-GEN. *********
OK
```

13 Start-Stop-Oszillator (IC 4093)

Problem:
Es soll ein Generator mit möglichst geringem Stromverbrauch entwickelt werden. Der Bauteileaufwand muß niedrig sein.

Anwendungsbeispiele:
Timer, Verzögerungsschaltung.

Schaltungshinweise:
- Die Spannungsversorgung kann zwischen 5 V und 15 V gewählt werden. Diese Spannung muß stabilisiert sein, da jede Schwankung eine Auswirkung auf die Ausgangsfrequenz hat. Die höchste Frequenz beträgt 1 MHz.
- Das IC 4093 unterliegt großen Exemplarstreuungen, deshalb soll der Widerstand R1 durch eine Poti-Festwiderstand-Kombination ersetzt werden. Im Idealfall ist dann der Gesamtwiderstand zwischen −50 % und +100 % von R1 einstellbar.
- Die Schaltung arbeitet nach dem Abgleich sehr stabil, wenn man für C1 einen Kondensator vom Typ MKC, KS oder FKC verwendet.

Programmhinweise:
Bei der Wahl von C1 gibt das Programm einen Vorschlag ab. Von diesem Wert kann man abweichen.

Schaltung:
In *Abb. 13.1* ist der Oszillator mit dem Ein-Aus-Schalter gezeichnet. Die Pin-Belegung finden Sie im Datenbuch.

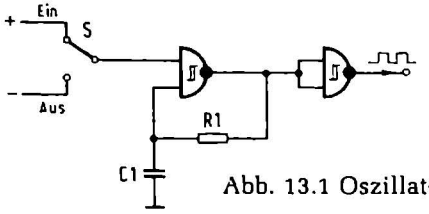


Abb. 13.1 Oszillator mit dem IC 4093

Test:

Eingabe	Ausgabe
UE = 12 V	C1 = 1 nF
F = 10 000 Hz	R1 = 143 863 Ω
C1 = 1 nF	

```
 7100 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
 7105 PRINT"******************************"
 7110 PRINT"START-STOP-OSZILLATOR (IC4093)"
 7115 PRINT"******************************"
 7120 PRINT:PRINT:PRINT
 7125 PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UE IN V"
 7130 INPUT UE:PRINT
 7135 IF UE<5 OR UE>15 THEN GOTO 7125
 7140 PRINT"FREQUENZ F IN Hz"
 7145 INPUT F:PRINT
 7150 IF F>1E6 THEN PRINT"F IST ZU HOCH":GOTO 7140
 7155 C1=1E4/F
 7160 PRINT"WAEHLEN SIE C1 IN nF"
 7165 PRINT"RICHTWERT:";C1;"nF"
 7170 INPUT C1:C1=C1/1E9:PRINT
 7175 PRINT:PRINT
 7180 TK=(UE-5)*0.475+2.05
 7185 TG=(UE-5)*0.59+3.3
 7190 R1=1/(F*C1*LOG(ABS(TG/TK*(UE-TK)/(UE-TG))))
 7195 PRINT"AUSGABE:"
 7200 PRINT"========":PRINT
 7205 PRINT"C1=";C1*1E9;"nF"
 7210 PRINT"R1=";R1;" OHM":PRINT
 7215 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 7220 INPUT A$
 7225 IF A$="J" THEN GOTO 100
 7230 GOTO 7100
OK
```

14 Monostabile Multivibratoren

Problem:
Eine Schaltung soll immer dann einen Ausgangsimpuls abgeben, wenn sie am Eingang einen Impuls oder eine Flanke empfängt. Der Ausgangsimpuls soll zeitlich definiert sein.

Anwendungsbeispiele:
Impulsverlängerung, Impulsverkürzung, Verzögerungen.

Schaltungshinweise:
- Verwenden Sie temperaturstabile Kondensatoren.
- Für sehr kurze Ausgangsimpulse sind die ICs 74122 und 74123 besonders geeignet. Bei diesen ICs muß der Widerstand R graphisch ermittelt werden (Datenbuch), wenn der zeitbestimmende Kondensator kleiner als 1 nF gewählt wird.

Programmhinweis:
Bei der Wahl von „C" gibt das Programm ein Intervall an, in welchem der Wert „C" liegen muß.

Schaltung:
Die Pin-Belegung der ICs finden Sie im Datenbuch.

Test:
(IV = Impulsverzögerung)

IC 4098	Eingabe	UE = 12 V	T = 25 ms	C = 100 nF
	Ausgabe	IV = 145 ns	R = 250 000 Ω	
IC 4528	Eingabe	UE = 15 V	T = 11 ms	C = 47 nF
	Ausgabe	IV = 90 ns	R = 234 043	

IC 4538	Eingabe	UE = 5 V	T = 1000 ms C = 680 nF
	Ausgabe	IV = 300 ns	R=1470000Ω
IC 74121	Eingabe	T = 3000 ms	C=220000nF
	Ausgabe	IV = 15...80 ns	R = 19 673 Ω
IC 74123	Eingabe	T = 200 ms	C = 18 000 nF
+74122	Ausgabe	IV = 19...40 ns	R = 34 022 Ω

```
7300 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
7305 PRINT"******************************"
7310 PRINT" MONOSTABILE  MULTIVIBRATOREN"
7315 PRINT"******************************"
7320 PRINT:PRINT:PRINT
7325 PRINT"WAEHLEN SIE IHR IC":PRINT
7330 PRINT"4098     = 1"
7335 PRINT"4528     = 2"
7340 PRINT"4538     = 3"
7345 PRINT"74121    = 4"
7350 PRINT"74122    = 5"
7354 PRINT"74123    = 6"
7356 PRINT"ENDE     = 7":PRINT
7360 INPUT A:PRINT
7365 IF A<1 OR A>7 THEN GOTO 7300
7370 UE=5:IF A=7 THEN GOTO 100
7375 IF A<4 THEN PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UE IN V"
7380 IF A<4 THEN INPUT UE
7385 IF UE<5 OR UE>15 THEN GOTO 7370
7390 PRINT
7395 ON A GOTO 7400,7530,7660,7790,7920,7920
7400 REM ********** 4098 **********
7405 PRINT"IMPULSDAUER T IN ms"
7410 INPUT T:T=T/1E3:PRINT
7415 CK=T/1E6
7420 IF 1E-11>CK THEN CK=1E-11
7425 CG=T/5000
7430 IF 1E-4<CG THEN CG=1E-4
7435 IF CK>CG THEN PRINT"WAEHLE EIN ANDERES IC":PRINT
7440 IF CK>CG THEN GOTO 7510
7445 PRINT"WAEHLE C IN nF ZWISCHEN"
7450 PRINT CK*1E9;"nF UND";CG*1E9;"nF"
7455 INPUT C:C=C/1E9:PRINT
7460 IF C<CK OR C>CG THEN GOTO 7445
7465 REM R
7470 R=T/C
7475 C=C*1E9
```

```
7480 IV=250-15*(UE-5)
7485 PRINT"AUSGABE (4098) :"
7490 PRINT"================":PRINT
7495 PRINT"IMPULSVERZOEGERUNG=";IV;"ns"
7500 PRINT"                    R=";R;" OHM"
7505 PRINT"                    C=";C;"nF"
7510 PRINT
7515 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
7520 INPUT A$
7525 GOTO 7300
7530 REM ********** 4528 **********
7535 PRINT"IMPULSDAUER T IN ms"
7540 INPUT T:T=T/1E3:PRINT
7545 CK=T/1E6
7550 IF 1E-11>CK THEN CK=1E-11
7555 CG=T/5000
7560 IF 1E-4<CG THEN CG=1E-4
7565 IF CK>CG THEN PRINT"WAEHLE EIN ANDERES IC":PRINT
7570 IF CK>CG THEN GOTO 7640
7575 PRINT"WAEHLE C IN nF ZWISCHEN"
7580 PRINTCK*1E9;"nF UND";CG*1E9;"nF"
7585 INPUT C:C=C/1E9:PRINT
7590 IF C<CK OR C>CG THEN GOTO 7575
7595 REM R
7600 R=T/C
7605 C=C*1E9
7610 IV=325-23.5*(UE-5)
7615 PRINT"AUSGABE (4528) :"
7620 PRINT"================":PRINT
7625 PRINT"IMPULSVERZOEGERUNG=";IV;"ns"
7630 PRINT"                    R=";R;" OHM"
7635 PRINT"                    C=";C;"nF"
7640 PRINT
7645 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
7650 INPUT A$
7655 GOTO 7300
7660 REM ********** 4538 **********
7665 PRINT"IMPULSDAUER T IN ms"
7670 INPUT T:T=T/1E3:PRINT
7675 CK=T/2E6
7680 IF 5E-9>CK THEN CK=5E-9
7685 CG=T/4E3
7690 IF 1E-4<CG THEN CG=1E-4
7695 IF CK>CG THEN PRINT"WAEHLE EIN ANDERES IC":PRINT
7700 IF CK>CG THEN GOTO 7770
7705 PRINT"WAEHLE C IN nF ZWISCHEN"
```

```
7710 PRINTCK*1E9;"nF UND";CG*1E9;"nF"
7715 INPUT C:C=C/1E9:PRINT
7720 IF C<CK OR C>CG THEN GOTO 7705
7725 REM R
7730 R=T/C
7735 C=C*1E9
7740 IV=300-20*(UE-5)
7745 PRINT"AUSGABE (4538) :"
7750 PRINT"================":PRINT
7755 PRINT"IMPULSVERZOEGERUNG=";IV;"ns"
7760 PRINT"                   R=";R;" OHM"
7765 PRINT"                   C=";C;"nF"
7770 PRINT
7775 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
7780 INPUT A$
7785 GOTO 7300
7790 REM ********** 74121 **********
7795 PRINT"IMPULSDAUER T IN ms"
7800 INPUT T:T=T/1E3:PRINT
7805 IF T>40 THEN PRINT"T IST ZU LANG":PRINT:GOTO 7795
7810 CK=T/(LOG(2)*40E3)
7815 IF 1E-9>CK THEN CK=1E-9
7820 CG=T/(LOG(2)*2E3)
7825 IF 1E-3<CG THEN CG=1E-3
7830 IF CK>CG THEN PRINT"WAEHLE EIN ANDERES IC":PRINT
7835 IF CK>CG THEN GOTO 7900
7840 PRINT"WAEHLE C IN nF ZWISCHEN"
7845 PRINTCK*1E9;"nF UND";CG*1E9;"nF"
7850 INPUT C:C=C/1E9:PRINT
7855 IF C<CK OR C>CG THEN GOTO 7840
7860 REM R
7865 R=T/(C*LOG(2))
7870 C=C*1E9
7875 PRINT"AUSGABE (74121) :"
7880 PRINT"================":PRINT
7885 PRINT"IMPULSVERZOEGERUNG= 15-80ns"
7890 PRINT"                   R=";R;" OHM"
7895 PRINT"                   C=";C;"nF"
7900 PRINT
7905 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
7910 INPUT A$
7915 GOTO 7300
7920 REM ********** 74122,74123 **********
7925 PRINT"IMPULSDAUER T IN ms"
7930 INPUT T:T=T/1E3:PRINT
```

```
 7935 CK=T/(0.32*50E3*(1+700/50E3))
 7940 IF 1E-9>CK THEN CK=1E-9
 7945 CG=T/(0.32*5E3*(1+700/5E3))
 7946 IF CK>CG THEN PRINT"VERWENDE DIE KURVE IM DATEN-"
 7947 IF CK>CG THEN PRINT"BLATT (C<1nF).":GOTO 8010
 7950 PRINT"WAEHLE C IN nF ZWISCHEN"
 7955 PRINTCK*1E9;"nF UND";CG*1E9;"nF"
 7960 INPUT C:C=C/1E9:PRINT
 7965 IF C<CK OR C>CG THEN GOTO 7950
 7970 REM R
 7975 R=T/(0.32*C)-700
 7980 C=C*1E9
 7985 IF A=5 THEN PRINT"AUSGABE (74122) :"
 7986 IF A=6 THEN PRINT"AUSGABE (74123) :"
 7990 PRINT"================":PRINT
 7995 PRINT"IMPULSVERZOEGERUNG= 19-40ns"
 8000 PRINT"                    R=";R;" OHM"
 8005 PRINT"                    C=";C;"nF"
 8010 PRINT
 8015 PRINT"TIPPE EIN ZEICHEN"
 8020 INPUT A$
 8025 GOTO 7300
OK
```

15 Source-Schaltung mit selbstleitendem Sperrschicht-FET

Problem:
Eine FET-Verstärkerschaltung soll bei vorgegebenen Betriebsbedingungen eine maximale Verstärkung oder einen minimalen Klirrfaktor liefern.

Anwendungsbeispiel:
Verstärkerschaltung mit sehr hohem Eingangswiderstand.

Schaltungshinweise:
- Alle Kondensatoren sollen der Betriebsspannung standhalten.
- Der FET muß den gewählten Drain-Strom und die Betriebsspannung vertragen (Datenblatt).
- Die Verstärkung soll kleiner als die halbe, maximale Verstärkung gewählt werden, wenn man einen kleinen Klirrfaktor wünscht. Die maximale Verstärkung wird vom Programm errechnet.
- In der Schaltung (*Abb. 15.2*) kann „R2" und „CS" entfallen, wenn „R2" im Vergleich zu „R1" vernachlässigbar klein wird.
- Die Werte UP und IM (I_{DS}) ermittelt man am besten aus dem Eingangs-Kennlinienfeld des FET (*Abb. 15.1*). Diese Werte stehen auch als Zahlenwert im Datenblatt.

Programmhinweise:
- Bei der Abfrage der Eingabewerte muß man nicht auf das Vorzeichen achten, der Absolutwert genügt.

Abb. 15.1 Eingangskennlinie eines Sperrschicht-FET

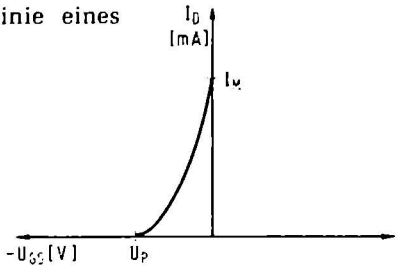
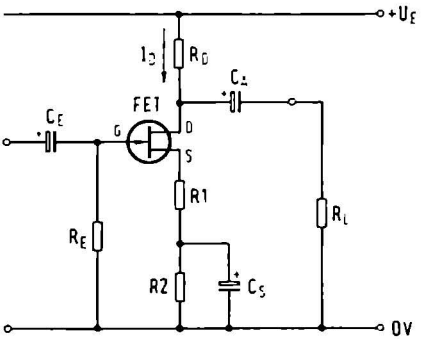


Abb. 15.2 Source-Schaltung



- Dieses Programm berechnet die Verstärkung nur im Tonfrequenzbereich genau, deshalb ist es nicht für HF-Anwendungen geeignet.

Schaltung:

Die Source-Schaltung ist in *Abb. 15.2* mit dem Lastwiderstand „RL" dargestellt.

Test:

Eingabe der Transistordaten:	Ausgabe:
UP = 3,5 V	Max. Eingangsspannung = 0,222 V_S
IM = 15 mA	Transistorverluste = 8 mW

Eingabe der Schaltungsdaten:	Eingangsimpedanz = 1E7 Ω
UE = 18 V	CE = 1,38 nF
RL = 20 000 Ω	CS = 43 138 nF
RE = 10E6 Ω	CA = 3314 nF
ID = 2 mA	RE = 1E7 Ω
UA = 4 V_{SS}	R1 = 143 Ω
FU = 20 Hz	R2 = 168 Ω
V = 9	RD = 5250 Ω

```
8100 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
8105 PRINT"*******************************"
8110 PRINT"        SOURCE-SCHALTUNG"
8115 PRINT"   SELBSTL.SPERRSCHICHT-FET"
8120 PRINT"*******************************"
8125 PRINT:PRINT:PRINT
8130 PRINT"EINGABE DER TRANSISTORDATEN:":PRINT
8135 PRINT"ABSCHNUERSPANNUNG UP IN V"
8140 PRINT"(PINCH-OF-VOLTAGE)"
8145 INPUT UP:PRINT
8150 PRINT"MAX.DRAIN-STROM BEI UGS=0V IN mA"
8155 INPUT IM:IM=IM/1000:PRINT
8157 PRINT
8160 PRINT"EINGABE DER SCHALTUNGSDATEN:":PRINT
8165 PRINT"VERSORGUNGSSPANNUNG UE IN V"
8170 INPUT UE:PRINT
8175 PRINT"LASTWIDERSTAND RL IN OHM"
8180 INPUT RL:PRINT
8185 PRINT"EINGANGSWIDERSTAND RE IN OHM"
8190 PRINT"RICHTWERT: 0 < RE < 10E6 OHM"
8195 INPUT RE:PRINT
8200 PRINT"DRAINSTROM ID IN mA"
8205 INPUT ID:ID=ID/1000:PRINT
8210 PRINT"MAX. AUSGANGSSPANNUNG UA IN Vss"
8215 INPUT UA:PRINT
8217 PRINT"UNTERE GRENZFREQUENZ FU IN Hz"
8218 INPUT FU:PRINT
8220 S=2*SQR(ID*IM)/ABS(UP)
8225 UD=UE-ABS(UP)-2-UA/2
8230 RD=UD/ID
8235 VR=S*1/(1/RL+1/RD)
8240 PRINT"DIE MAX.VERSTAERKUNG IN DIESEM ARBEITS-"
8245 PRINT"PUNKT (";ID*1E3;"mA ) =";VR:PRINT
8255 PRINT"VERSTAERKUNG V"
8260 INPUT V:PRINT
```

```
 8265 IF V>VR THEN PRINT"V IST ZU HOCH":GOTO 8240
 8275 REM BERECHNUNG DER RESTL.WERTE
 8280 RS=ABS(UP)*(1-SQR(ID/IM))/ID
 8285 R1=(1/(1/RD+1/RL))/V-1/S
 8295 R2=RS-R1
 8300 FU=FU/1.732
 8305 CE=1E9/(RE*2*3.1416*FU)
 8310 CS=1E9*S/(2*3.1416*FU)
 8315 CA=1E9/(1/(1/RL+1/RD)*2*3.1416*FU)
 8320 EM=UA/(2*V)
 8325 IF 0.8*ID*RS<EM THEN EM=0.8*ID*RS
 8330 P=(UE-UD-UP)*ID
 8335 PRINT:PRINT:PRINT
 8340 PRINT"AUSGABE:"
 8345 PRINT"========":PRINT
 8350 PRINT"MAX.EINGANGSSPANNUNG=";EM;"Vs"
 8355 PRINT"TRANSISTORVERLUSTE  =";P*1E3;"mW"
 8360 PRINT"EINGANGSIMPEDANZ    =";RE;" OHM"
 8370 PRINT"CS=";CS;"nF"
 8375 PRINT"CA=";CA;"nF"
 8380 PRINT"RE=";RE;" OHM"
 8385 PRINT"R1=";R1;" OHM"
 8390 PRINT"R2=";R2;" OHM"
 8395 PRINT"RD=";RD;" OHM"
 8400 PRINT
 8405 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 8410 INPUT A$
 8415 IF A$="J" THEN GOTO 100
 8420 GOTO 8100
OK
```

16 Drain-Schaltung mit selbstleitendem Sperrschicht-FET

Problem:
Eine FET-Schaltung soll einen hohen Eingangswiderstand und einen kleinen Ausgangswiderstand haben (vgl. Kollektorschaltung).

Anwendungsbeispiele:
Impedanzwandler nach passiven Filterketten, Eingangsschaltung von Verstärkern.

Schaltungshinweise:
- Der FET und alle Kondensatoren sollen die Versorgungsspannung aushalten.
- Die Schaltung ist nicht kurzschlußfest.
- Wenn der Lastwiderstand kleiner als der Ausgangswiderstand ist, so ist die Schaltung mit einem größeren Drain-Strom erneut zu berechnen.
- Der Kondensator „CA" ist für den Betriebsfall der Leistungsanpassung dimensioniert. „CA" kann verkleinert werden, wenn der Lastwiderstand höher als der Ausgangswiderstand ist.
- Die Transistordaten „UP" und „IM" werden wie in der Source-Schaltung ermittelt.

Programmhinweise:
- Dieses Programm ist nicht für HF-Anwendungen geeignet.
- Die Eingabewerte kann man vorzeichenlos eingeben.

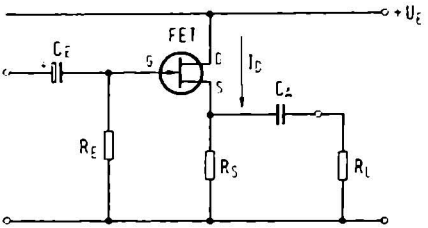


Abb. 16.1 Drain-Schaltung

Schaltung:

In *Abb. 16.1* ist die Drain-Schaltung mit dem Lastwiderstand „RL" gezeichnet.

Test:

Eingabe	Ausgabe
UP = 3 V	Spannungsverstärkung = 0,623
IM = 10 mA	Eingangsimpedanz = 10E6 Ω
RE = 10E6 Ω	Ausgangsimpedanz = 171 Ω
ID = 3 mA	RS = 452 Ω
FU = 20 Hz	CE = 1,13 nF
	CA = 65 976 nF

```
8500 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
8505 PRINT"*******************************"
8510 PRINT"          DRAINSCHALTUNG"
8515 PRINT"    SELBSTL.SPERRSCHICHT-FET"
8520 PRINT"*******************************"
8525 PRINT:PRINT:PRINT
8530 PRINT"EINGABE DER TRANSISTORDATEN:":PRINT
8535 PRINT"ABSCHNUERSPANNUNG UP IN V"
8540 PRINT"(PINCH-OF-VOLTAGE)
8545 INPUT UP:PRINT
8550 PRINT"MAX.DRAIN-STROM BEI UGS=0V IN mA"
8555 INPUT IM:IM=IM/1000:PRINT
8560 PRINT"EINGABE DER SCHALTUNGSDATEN:":PRINT
8565 PRINT"EINGANGSWIDERSTAND RE IN OHM"
8567 PRINT"RICHTWERT: 0 < RE < 10E6 OHM"
```

```
 8570 INPUT RE:PRINT
 8575 PRINT"DRAINSTROM ID IN mA"
 8580 INPUT ID:ID=ID/1000:PRINT
 8585 PRINT"UNTERE GRENZFREQUENZ FU IN Hz"
 8590 INPUT FU:PRINT
 8595 REM BERECHNUNG DER WERTE
 8600 S=2*SQR(IM*ID)/ABS(UP)
 8605 RS=ABS(UP)*(1-SQR(ID/IM))/ID
 8610 V=S*RS/(1+S*RS)
 8615 RA=1/(1/RS+S)
 8620 FU=FU/1.4142
 8625 CE=1E9/(2*3.1416*FU*RE)
 8630 CA=1E9/(2*3.1416*FU*RA)
 8635 PRINT:PRINT
 8640 PRINT"AUSGABE:"
 8645 PRINT"========":PRINT
 8650 PRINT"SPANNUNGS-VERSTAERKUNG=";V
 8655 PRINT"EINGANGSIMPEDANZ       =";RE;" OHM"
 8660 PRINT"AUSGANGSIMPEDANZ       =";RA;" OHM"
 8665 PRINT"RE=";RE;" OHM"
 8670 PRINT"RS=";RS;" OHM"
 8675 PRINT"CE=";CE;"nF"
 8680 PRINT"CA=";CA;"nF"
 8685 PRINT
 8690 PRINT"WOLLEN SIE ZUM INHALTSVERZEICHNIS J/N"
 8695 INPUT A$
 8700 IF A$="J" THEN GOTO 100
 8705 GOTO 8500
OK
```

17 Butterworth-Filter

Problem:
Es soll ein Filter mit beliebig hoher Dämpfung berechnet werden, das im Durchlaßbereich möglichst lange linear verläuft, bevor es im Sperrbereich steil abfällt.

Anwendungsbeispiele:
Frequenzfilter in Verstärkern und Meßgeräten, aktive Lautsprecherweichen, Glättung von digitalisierten Analogsignalen, Beseitigung von Störsignalen.

Allgemeine Hinweise:
In der Elektrotechnik haben drei Filtertypen eine besondere Bedeutung erlangt:

1. Das Bessel-Filter
2. Das Butterworth-Filter
3. Das Tschebyscheff-Filter

Das Bessel-Filter kann Rechtecksignale, ohne Überschwingen in der Sprungantwort, übertragen. Der Übergang vom Durchlaßbereich in den Sperrbereich verläuft bei diesem Filter relativ flach. Das Tschebyscheff-Filter geht sehr steil vom Durchlaß- in den Sperrbereich über. Der Frequenzgang dieses Filters ist im Durchlaßbereich wellig und weist in seiner Sprungantwort ein starkes Überschwingen auf. Das Butterworth-Filter stellt einen Kompromiß zwischen den vorhergenannten Filtern dar.

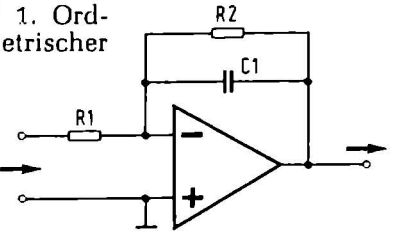
Die drei Filter kann man entweder durch eine passive LRC-Schaltung oder durch eine aktive RC-Schaltung realisieren.

Passive LRC-Schaltungen eignen sich bei niederen Grenzfrequenzen nicht, da die Spulen sehr groß und teuer würden. Das vorliegende BASIC-Programm berechnet Butterworth-Filter von der Ordnung 1 bis 40. In der Praxis wird jedoch sehr selten ein Filter verwendet, das eine höhere Ordnung als 10 hat. Für den Aufbau der Filter wurden Grundschaltungen ausgesucht, die sich besonders vielseitig einsetzen lassen. Jede Schaltung wurde für eine symmetrische und für eine asymmetrische Stromversorgung angegeben. Eine symmetrische Stromversorgung weist gegenüber einer asymmetrischen Stromversorgung folgende Vorteile auf:

1. Man spart sich die Koppelkondensatoren.
2. Die Grundschaltung ist einfach und übersichtlich.
3. Ein Tiefpaß hat eine untere Grenzfrequenz von 0 Hz.

Die Filter 1. Ordnung sind von *Abb. 17.1* bis *Abb. 17.4* dargestellt. Die Dämpfung dieser Filter beträgt 6 dB/Oktave, die Verstärkung dieser Filter ist im Durchlaßbereich wählbar. Die Hoch- und Tiefpässe 2. Ordnung sind von *Abb. 17.5* bis *Abb. 17.8* gezeichnet. Diese Schaltungen besitzen eine Dämpfung von 12 dB/Oktave, und ihre Verstärkung im Durchlaßbereich ist immer 1. In den Filtern 2. Ordnung arbeitet der Operationsverstärker als Impedanzwandler, deshalb ist es bei diesen Schaltungen möglich, daß man den OP durch eine Darlington-Schaltung (*Abb. 17.9*) ersetzt. Durch diesen Schaltungstrick läßt sich das Filter auch bei sehr hohen Frequenzen noch wirtschaftlich einsetzen. Eine Darlington-Schaltung können sie mit dem Programm „Kollektorschaltung" berechnen. Der Eingangswiderstand der Darlington-Schaltung muß mindestens 10mal so hoch wie der Widerstand R1 im Filter sein. Einen Bandpaß (*Abb. 17.10*) kann man durch eine Reihenschaltung von einem Hoch- und Tiefpaß aufbauen, diese Problemlösung ist nur dann sinnvoll, wenn folgende Bedingung erfüllt ist: $(FO - FU) : (\sqrt{FO \cdot FU}) > 1$.

Abb. 17.1 Tiefpaß 1. Ordnung mit symmetrischer Stromversorgung



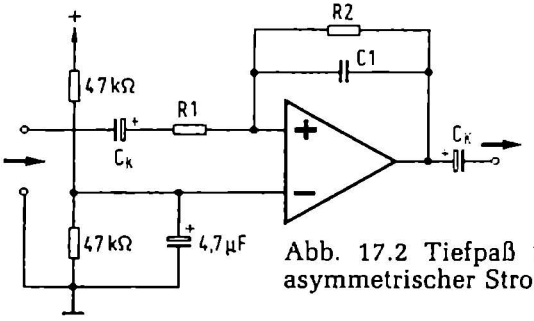
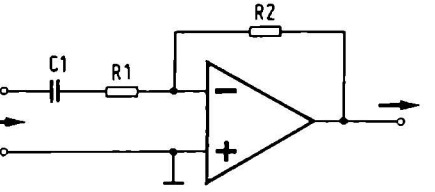


Abb. 17.2 Tiefpaß 1. Ordnung mit asymmetrischer Stromversorgung

Abb. 17.3 Hochpaß 1. Ordnung mit symmetrischer Stromversorgung



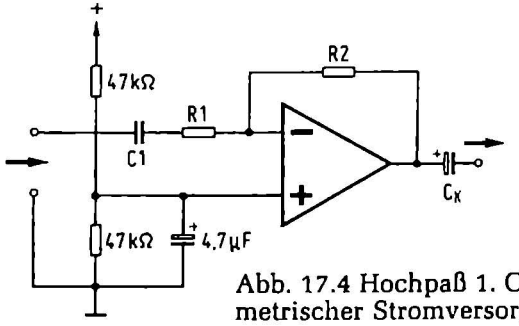


Abb. 17.4 Hochpaß 1. Ordnung mit asymmetrischer Stromversorgung

Wenn das Gesamtfilter eine höhere Dämpfung als 12 dB/ Oktave haben soll, kann man mehrere Teilfilter in Reihe schalten. Die Gesamtdämpfung/Oktave errechnet sich wie folgt: Dämpfung/Oktave = Ordnungszahl · 6 dB.

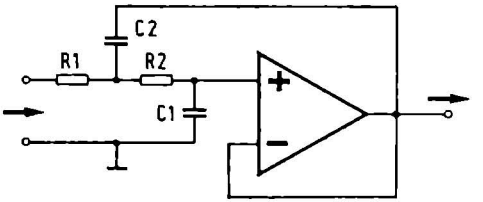


Abb. 17.5 Tiefpaß 2. Ordnung mit symmetrischer Stromversorgung

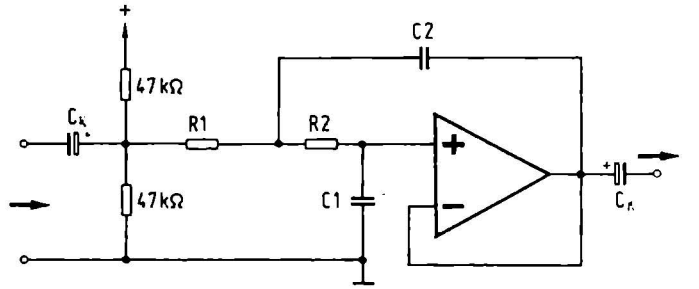


Abb. 17.6 Tiefpaß 2. Ordnung mit asymmetrischer Stromversorgung

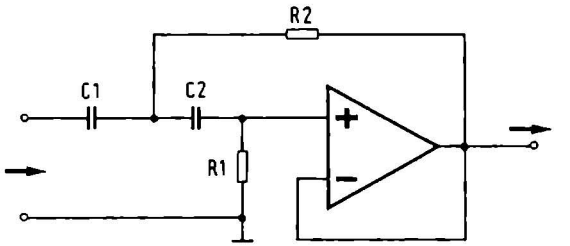


Abb. 17.7 Hochpaß 2. Ordnung mit symmetrischer Stromversorgung

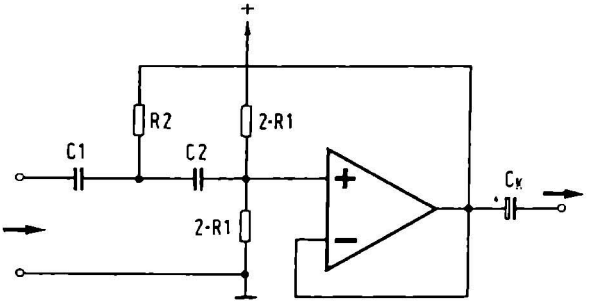


Abb. 17.8 Hochpaß 2. Ordnung mit asymmetrischer Stromversorgung

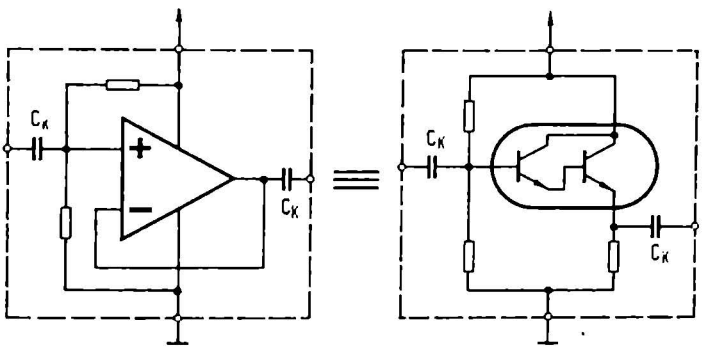


Abb. 17.9 Ersatz eines Operationsverstärkers durch eine Darlington-Schaltung

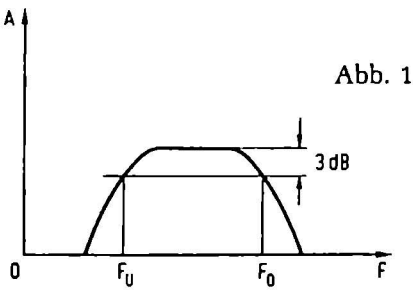
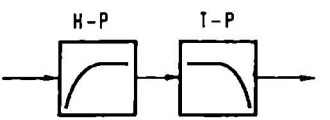


Abb. 17.10 Bandpaß



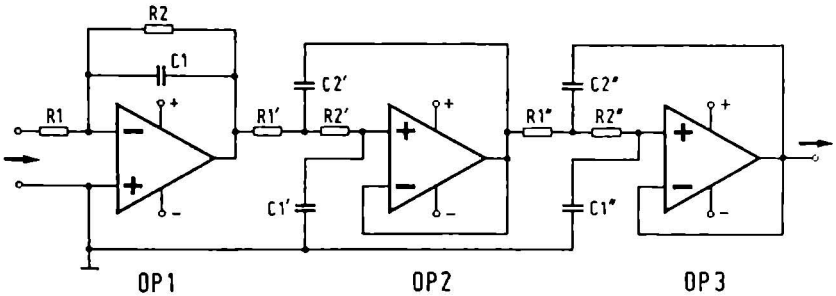


Abb. 17.11 Tiefpaß-Filter 5. Ordnung mit einer Dämpfung von 30 dB/Oktave

Es ist sehr umständlich, ein Filter höherer Ordnung zu berechnen, da jedes Teilfilter eine andere Grenzfrequenz und eine andere Güte besitzen muß, damit die Grenzfrequenz und die Filtercharakteristik des Gesamtfilters erhalten bleibt. Diese Rechenaufgabe wird von dem Programm „Butterworth-Filter" vollständig übernommen. Ein Tiefpaß-Filter 5. Ordnung ist in *Abb. 17.11* gezeichnet.

Schaltungshinweise:

- Es ist günstig, ein Filter gerader Ordnung zu wählen, wenn die Gesamtverstärkung Eins sein soll.
- Wenn die Gesamtverstärkung größer als Eins sein soll, dann muß man ein ungerades Filter wählen.
- Wenn die Ordnung des Filters höher als 3 ist, dann verwendet man Metallfilmwiderstände mit 1 % Toleranz.
- Als Kondensatoren eignen sich besonders die KS-Typen.

Programmhinweise:

Das Programm rechnet mit idealen Operationsverstärkern, deshalb werden auch Filter berechnet, bei denen die RC-Beschaltung so hochohmig ist, daß der Eingangswiderstand des Opera-

tionsverstärkers nicht mehr vernachlässigbar ist. Es gibt auch Ergebnisse, bei denen die RC-Beschaltung so niederohmig ist, daß der Ausgang des Operationsverstärkers überlastet wird. Wenn einer der genannten Störfälle auftritt, dann berechnen sie das Filter noch einmal, wobei der Kondensator C1 bei der Eingabe einen anderen Wert bekommt.

```
9000 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
9001 IF P$="ALT" THEN GOTO 9005
9002 P$="ALT"
9003 DIM AR(20),BI(20),C2(20),R1(20),R2(20)
9004 PI=3.141592654
9005 PRINT"*******************************"
9010 PRINT"       BUTTERWORTH-FILTER"
9015 PRINT"     (EINFACHMITKOPPLUNG)"
9020 PRINT"*******************************"
9025 PRINT:PRINT
9035 PRINT"HOCHPASS=H"
9040 PRINT"TIEFPASS=T"
9042 INPUT"WAEHLE ";A$:PRINT
9045 IF A$<>"H" AND A$<>"T" THEN GOTO 9035
9050 PRINT"GRENZFREQUENZ FG IN Hz"
9055 INPUT"FG     =";FG:PRINT
9060 IF FG<=0 THEN GOTO 9050
9065 PRINT"ORDNUNG ODG (1 BIS 40)"
9070 INPUT"ODG    =";ODG:PRINT
9075 ODG=INT(ODG+0.5):IF ODG<1 OR ODG>40 THEN GOTO 9065
9080 PRINT"KONDENSATOR C1 IN nF"
9085 INPUT"C1     =";C1:PRINT
9090 C1=C1/1E9
9095 IF C1<=0 THEN GOTO 9080
9100 REM O$-> GERADE=G,UNGERADE=U
9105 O$="G":IF ODG/2-INT(ODG/2)>0.1 THEN O$="U"
9108 V=1
9110 IF O$="G" THEN GOTO 9130
9115 PRINT"VERSTAERKUNG DES FILTERS (X-fach)"
9120 INPUT"V      =";V:PRINT
9125 V=ABS(V):IF V<1 THEN GOTO 9115
9130 REM *** BERECHNUNG DER OP-ANZAHL ***
9135 N=INT(ODG/2):IF O$="U" THEN N=N+1
9140 REM *** BERECHNUNG DER FILTERKONSTANTEN ***
9145 FOR A=1 TO N
9150 BI(A)=1
9155 IF O$="G" THEN AR(A)=2*COS((2*A-1)*PI/(2*ODG))
```

```
9160 IF O$="U" THEN AR(A)=2*COS((A-1)*PI/ODG)
9165 NEXT A
9170 IF O$="U" THEN AR(1)=1:BI(1)=0
9175 IF A$="H" THEN GOTO 9260
9180 REM *** BER.& EINGABE VON C2 BEIM T-PASS ***
9182 IF ODG=1 THEN GOTO 9250
9185 XB=1:IF O$="U" THEN XB=2
9195 FOR A=XB TO N
9200 CX=4*BI(A)*C1/(AR(A)*AR(A))
9201 CX=INT(CX*1E12+1)/1E3
9205 PRINT"GEBEN SIE BEIM";A;".OPERATIONSVERSTAERKER"
9210 PRINT"C2 (IN nF) SO EIN, DASS C2 MOEGLICHST NAHE"
9215 PRINT"AM RICHTWERT CX LIEGT. DABEI MUSS FOLGENDE"
9220 PRINT"BEDINGUNG EINGEHALTEN WERDEN: C2)=CX":PRINT
9225 PRINT"RICHTWERT CX= ";CX;"nF"
9230 INPUT"C2           =";C2:PRINT
9235 IF C2<CX THEN PRINT"C2 IST ZU KLEIN.
     NEUE EINGABE!":PRINT
9237 IF C2<CX THEN GOTO 9205
9240 C2(A)=C2/1E9
9245 NEXT A
9250 REM WENN ODG=1, DANN ENTFAELLT C2
9255 IF A$="T" THEN GOTO 9330
9260 REM *** C2 BEIM HOCHPASS ***
9265 FOR A=1 TO N
9270 C2(A)=C1
9275 NEXT A
9280 REM *** R1&R2 BEIM 1.H-PASS/UNGERADE ***
9285 R1(1)=1/(2*PI*FG*AR(1)*C1)
9290 R2(1)=R1(1)*V
9292 IF ODG=1 THEN GOTO 9325
9295 REM *** R1&R2 BEIM HOCHPASS ***
9300 XB=1:IF O$="U" THEN XB=2
9305 FOR A=XB TO N
9310 R1(A)=1/(PI*FG*C1*AR(A))
9315 R2(A)=AR(A)/(4*PI*FG*C2(A)*BI(A))
9320 NEXT A
9325 GOTO 9385
9330 REM *** R1&R2 BEIM 1.T-PASS/UNGERADE ***
9335 R2(1)=AR(1)/(2*PI*FG*C1)
9340 R1(1)=R2(1)/V
9342 IF ODG=1 THEN GOTO 9385
9345 REM *** R1&R2 BEIM TIEFPASS ***
9350 XB=1:IF O$="U" THEN XB=2
9355 FOR A=XB TO N
9360 D=AR(A)*AR(A)*C2(A)*C2(A)-4*BI(A)*C1*C2(A)
9365 NE=4*PI*FG*C1*C2(A)
```

```
9370 R1(A)=(AR(A)*C2(A)-SQR(D))/NE
9375 R2(A)=(AR(A)*C2(A)+SQR(D))/NE
9380 NEXT A
9385 REM *** AUSGABE ***
9386 C1=C1*1E9
9387 IF O$="U" THEN RF=R1(1)
9388 IF O$="G" AND A$="T" THEN RF=R1(1)+R2(1)
9389 IF O$="G" AND A$="H" THEN RF=R1(1)
9390 REM *** GESAMTDATEN ***
9395 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
9397 PRINT"GESAMTFILTER:":PRINT
9400 PRINT"SCHALTUNG          = ";
9405 IF A$="H" THEN PRINT"HOCHPASS"
9410 IF A$="T" THEN PRINT"TIEFPASS"
9415 PRINT"ORDNUNG            =";ODG
9420 PRINT"GRENZFREQUENZ      =";FG;"Hz"
9425 PRINT"OP-ANZAHL          =";N
9427 PRINT"VERSTAERKUNG       =";V
9430 PRINT"EINGANGSWIDERSTAND>";RF;"OHM"
9435 PRINT"DAEMPFUNG          =";ODG*6;" dB/OKTAVE"
9440 PRINT"                   =";ODG*20;"dB/DEKADE"
9445 INPUT"GEBE EIN ZEICHEN";Z$
9450 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
9455 IF O$="G" THEN GOTO 9505
9460 PRINT"UMKEHRVERSTAERKER 1. ORDNUNG":PRINT
9465 PRINT"SCHALTUNG= ";
9470 IF A$="H" THEN PRINT"HOCHPASS"
9475 IF A$="T" THEN PRINT"TIEFPASS"
9477 PRINT"OP-Nr.    = 1"
9480 PRINT"R1        =";R1(1);"OHM"
9485 PRINT"R2        =";R2(1);"OHM"
9490 PRINT"C1        =";C1;"nF"
9495 INPUT"GEBE EIN ZEICHEN";Z$
9500 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
9502 IF N=1 THEN GOTO 9570
9505 REM *** AUSG. DER FILTER 2.ODG ***
9510 XB=1:IF O$="U" THEN XB=2
9512 FOR A=XB TO N
9513 FOR B=1 TO 30:PRINT:NEXT B
9514 C2(A)=C2(A)*1E9
9515 PRINT"VERSTAERKER 2. ORDNUNG":PRINT
9520 PRINT"SCHALTUNG= ";
9525 IF A$="H" THEN PRINT"HOCHPASS"
9530 IF A$="T" THEN PRINT"TIEFPASS"
9535 PRINT"OP-Nr.    =";A
9540 PRINT"R1        =";R1(A);"OHM"
```

```
 9545 PRINT"R2        =";R2(A);"OHM"
 9550 PRINT"C1        =";C1;"nF"
 9555 PRINT"C2        =";C2(A);"nF"
 9560 INPUT"GEBE EIN ZEICHEN";Z$
 9565 NEXT A
 9570 REM****** ENDE DER AUSGABE ******
 9575 PRINT:PRINT:PRINT
 9580 PRINT"NEUE FILTERBERECHNUNG=F"
 9585 PRINT"INHALTSVERZEICHNIS   =I"
 9590 PRINT
 9595 INPUT"WAEHLE";Z$
 9600 IF Z$<>"F" AND Z$<>"I" THEN GOTO 9575
 9605 IF Z$="F" THEN GOTO 9000
 9610 IF Z$="I" THEN GOTO 100
 9615 REM ************************************
 9620 REM       ENDE DES FILTER-PROGRAMMES
 9625 REM ************************************
 9630 END
OK
```

Test:

Eingabe Fall 1

Schaltung = Hochpaß
Grenzfrequenz = 4000 Hz
Ordnung = 4
C1 = 1 nF

Ausgabe Fall 1

OP-Anzahl = 2
Verstärkung = 1
Eingangswiderstand > 43 067 Ω
Dämpfung = 24 dB/Okt.
= 80 dB/Dek.
OP-Nr. = 1
R1 = 43 067 Ω
R2 = 36 760 Ω
C1 = C2 = 1 nF
OP-Nr. = 2
R1 = 103 973 Ω

R2 = 15 227 Ω
C1 = 1 nF
C2 = 1 nF

Eingabe Fall 2
Schaltung = Tiefpaß
Grenzfrequenz = 15 000 Hz
Ordnung = 5
C1 = 10 nF
Verstärkung = 4
C2 = 18 nF
C2' = 110 nF

Ausgabe Fall 2
OP-Anzahl = 3
Verstärung = 4
Eingangswiderstand > 265 Ω

Dämpfung = 30 dB/Okt.
= 100 dB/Dek.
OP-Nr. = 1
R1 = 265 Ω
R2 = 1061 Ω
C1 = 10 nF
OP-Nr. = 2
R1 = 524,6 Ω
R2 = 1192 Ω
C1 = 10 nF
C2 = 18 nF
OP-Nr. = 3
R1 = 256 Ω
R2 = 399,7 Ω
C1 = 10 nF
C2 = 110 nF

18 Normwerte-Service

Problem:

Wenn Sie eine Schaltung theoretisch berechnen, dann erhalten Sie als Ergebnis fast immer einen „unrunden" Bauteilewert, den man in dieser Form nicht kaufen kann.

Programmbeschreibung:

Dieses Programm sucht in einer gewählten Normreihe (E3 bis E192) nach einem Widerstand, der dem gewünschten Wert am nächsten liegt.

Eingabewerte:
1. Die Normreihe
2. Der gewünschte Widerstand

Ausgabewerte:
1. Der nächstgelegene Norm-Widerstand mit einer Toleranzangabe.
2. Den kleinsten und den größten Zahlenwert, den dieser Widerstand annehmen kann (Toleranz).
3. Die kleinste und größte Abweichung in Prozent, die der gefundene R-Wert im Vergleich zu dem gesuchten Widerstandswert annehmen kann.

Dieses Programm sucht in einem Widerstandsbereich von 0,1 Ω bis 100 MΩ.

```
9700 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
9705 PRINT"*********************************"
9710 PRINT"          IEC  NORMREIHE"
9715 PRINT"*********************************"
9720 PRINT:PRINT
9725 IF P$="ALT" THEN GOTO 9801
9730 REM *** SPEICHERUNG VON KONSTANTEN ***
9735 P$="ALT"
```

```
9740 DIM J(193),E(25),T(7),B$(7)
9742 REM E24
9745 DATA1,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2,2.2,2.4,2.7,3,
     3.3,3.6,3.9
9750 DATA 4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1,10
9755 REM TOL.
9760 DATA 40,20,10,5,2,1,0.5
9762 REM BEZEICHNUNG
9764 DATA E3,E6,E12,E24,E48,E96,E192
9765 REM E192
9776 DATA100,101,102,104,105,106,107,109,110,111
9777 DATA113,114,115,117,118,120,121,123,124,126
9778 DATA127,129,130,132,133,135,137,138,140,142
9779 DATA143,145,147,149,150,152,154,156,158,160
9780 DATA162,164,165,167,169,172,174,176,178,180
9781 DATA182,184,187,189,191,193,196,198,200,203
9782 DATA205,208,210,213,215,218,221,223,226,229
9783 DATA232,234,237,240,243,246,249,252,255,258
9784 DATA261,264,267,271,274,277,280,284,287,291
9785 DATA294,298,301,305,309,312,316,320,324,328
9786 DATA332,336,340,344,348,352,357,361,365,370
9787 DATA374,379,383,388,392,397,402,407,412,417
9788 DATA422,427,432,437,442,448,453,459,464,470
9789 DATA475,481,487,493,499,505,511,517,523,530
9790 DATA536,542,549,556,562,569,576,583,590,597
9791 DATA604,612,619,626,634,642,649,657,665,673
9792 DATA681,690,698,706,715,723,732,741,750,759
9793 DATA768,777,787,796,806,816,825,835,845,856
9794 DATA866,876,887,898,909,920,931,942,953,965
9795 DATA976,988,1000
9796 RESTORE
9797 FOR A=1 TO 25:READ E(A):NEXT A
9798 FOR A=1 TO 7 :READ T(A):NEXT A
9799 FOR A=1 TO 7 :READB$(A):NEXT A
9800 FOR A=1 TO 193:READ J(A):J(A)=J(A)/100:NEXT A
9801 REM EINGABE
9805 PRINT"E3  =1"
9810 PRINT"E6  =2"
9815 PRINT"E12 =3"
9820 PRINT"E24 =4"
9825 PRINT"E48 =5"
9830 PRINT"E96 =6"
9835 PRINT"E192=7"
9837 PRINT
9840 INPUT"WAEHLE DIE NORMREIHE";NR
9845 PRINT
9850 NR=INT(NR+0.5):IF NR<1 OR NR>7 THEN GOTO 9805
9860 PRINT"GEBEN SIE DEN GEWUENSCHTEN WIDERSTAND"
9865 PRINT"IN OHM EIN!"
9870 INPUT"R=";R:PRINT
```

```
 9875 IF R<0.1 OR R>1E8 THEN GOTO 9860
 9880 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
 9885 REM ANFANGSWERT
 9890 XB=0.1
 9895 IF XB<=R THEN XB=XB*10:GOTO 9895
 9900 XB=XB/10
 9901 REM SCHRITTWEITE S
 9902 S=1:IF NR=6 OR NR=3 THEN S=2
 9903 IF NR=5 OR NR=2 THEN S=4
 9904 IF NR=1 THEN S=8
 9905 IF NR>4 THEN GOTO 9950:REM E48-E192
 9910 REM E3-E24
 9915 A=-1*S+1:RNEU=XB
 9920 A=A+S
 9925 RALT=RNEU:RNEU=XB*E(A):IF RNEU<R THEN GOTO 9920
 9930 RG=RALT:IF (RNEU+RALT)/2<R THEN RG=RNEU
 9935 GOTO 10000:REM AUSGABE
 9950 REM E48-E192
 9955 A=-1*S+1
 9960 RNEU=XB
 9965 RALT=RNEU
 9970 A=A+S:RNEU=J(A)*XB
 9975 IF RNEU<R THEN GOTO 9965
 9995 RG=RALT:IF (RNEU+RALT)/2<R THEN RG=RNEU
10000 REM****** AUSGABE ******
10005 PRINT"AUSGABE:":PRINT
10010 MI=RG-RG*T(NR)/100
10015 MA=RG+RG*T(NR)/100
10020 D1=(MI-R)*100/R
10025 D2=(MA-R)*100/R
10030 IF ABS(D2)<ABS(D1) THEN XS=D1:D1=D2:D2=XS
10035 PRINT"GEWAEHLTE NORMREIHE = ";B$(NR)
10037 PRINT"GESUCHTER R-WERT     =";R;"OHM"
10040 PRINT"NAECHSTER R-WERT     =";RG;"OHM +-";T(NR);"%"
10045 PRINT" --> MIN. R-WERT     =";MI;"OHM"
10050 PRINT" --> MAX. R-WERT     =";MA;"OHM"
10055 PRINT"ABWEICHUNG VOM VORGEGEBENEN R-WERT"
10060 PRINT"KLEINSTE ABWEICHUNG =";D1;"%"
10065 PRINT"GROESSTE ABWEICHUNG =";D2;"%"
10070 PRINT
10075 INPUT"NORMREIHE=N;R-WERT=R;INHALT=I->";V$
10080 IF V$<>"N" AND V$<>"R" AND V$<>"I" THEN GOTO 10070
10085 FOR A=1 TO 30:PRINT:NEXT A
10090 IF V$="I" THEN GOTO 100
10095 IF V$="R" THEN GOTO 9860
10097 IF V$="N" THEN GOTO 9801
10100 REM **** END OF IEC-PROGRAM ****
10105 END
OK
```

Basic-Programmieren leichtgemacht

Basic für Aufsteiger

Der sichere Weg zum fortgeschrittenen Basic-Programm. Von Rudolf **Busch**. 232 Seiten mit 44 Abbildungen und 12 Tabellen.
Lwstr-gebunden DM 39.–
ISBN 3-7723-7281-3

Basic für Aufsteiger – das ist das Basic, das nicht mehr in den Handbüchern steht. Wer dieses Buch intus hat, der besitzt einen anspruchsvollen Basic-Wortschatz, der sich sehen lassen kann.
Die Schwerpunkte liegen in der Aufbereitung aller mathematischen Funktionen, die Basic bietet. Es folgen jene, mit denen Strings unter allen nur denkbaren Gesichtspunkten bearbeitet werden können. Das Buch schließt ab mit einer Fülle von Programmen aus Mathematik, Geometrie, Betriebswirtschaft und Datenverarbeitung.
Der Autor greift seine Beispiele aus dem täglichen Leben, kleidet sie oft in lustige Geschichten, denn so lernt der Leser am besten, was er tut und warum er es tut.

Basic für Einsteiger

Der leichte Weg zum selbständigen Programmieren. Von Rudolf **Busch**.
239 Seiten mit 32 Abbildungen. Lwstr-gebunden DM 38.–
ISBN 3-7723-7081-0

Von Anfang an wird die Programmiersprache BASIC dem Anfänger dargestellt. Anhand von zahlreichen anregenden Beispielen werden die Sprachelemente erläutert und ihre richtige Anwendung geübt. Dem Benutzer des Buches wird vom Autor beigebracht, wie eine Problemstellung zu analysieren ist und wie sie dann Schritt für Schritt in lauffähige Basic-Programme umgesetzt werden kann. Die Beispiele, mit denen der Autor sein Ziel erreicht, sind aus dem täglichen Leben gegriffen. Hier eine knappe Themenauswahl: Der Computer als... Kaufmannsgehilfe, als Managementberater, als Textautomat, als Lagerverwalter, als Vermögensberater, als Sortiermaschine... Was will man mehr!

Franzis-Verlag, München

Programmbeispiele für Steuerungs- und Regelungsvorgänge

Mit Computer steuern

Aufbau und Anwendung von Einplatinen-Mikrocomputern. Von Herwig **Feichtinger**. 184 Seiten mit ca. 144 Abbildungen und 25 Tabellen.
Lwstr-gebunden DM 38.–
ISBN 3-7723-7221-X

Einplatinen-Computer, das ist ein hochaktuelles, modernes Gebiet. Mit ihm kann man sehr viele Steuerungs- und Regelvorgänge meistern, bis hin zum Einsatz von Sensoren zur Abfrage von Temperaturen oder Magnetfelder. Der Autor zeigt, ja er beweist das auch in seinem Buch, wie gering der technische Aufwand dafür ist.
Den Schwerpunkt legte der Autor auf die Beschreibung der Bauelemente und Baugruppen, also die Mikroprozessoren- und Speichertypen, die bei einem Einplatinen-Computer gebraucht werden. Er behandelt selbstverständlich nur Typen, die auf dem Markt sind und wohl auch länger bleiben werden. Damit bekommt der Leser zusätzlich eine Anleitung in die Hand, wie er seine Probleme mit einem Einplatinen-Computer lösen kann. Er lernt auch Typisches selbst zu programmieren.

Programmierpraxis mit dem 6502

Tips und nützliche Programmbeispiele in Maschinensprachen. Von Herwig **Feichtinger.** 176 Seiten mit 65 Abbildungen.
Lwstr-kartoniert DM 19.80
ISBN 3-7723-7361-5

Wo ist eine gut dokumentierte Assembler-Software zu finden? Die Antwort lautet schlicht: In diesem neuen Franzis-Buch. Es enthält eine sorgfältig zusammengestellte Programmbibliothek mit ausführlicher Kommentierung. Das Besondere daran ist, daß diese Programme in der Assemblersprache geschrieben sind und daß sie auf dem preiswerten und weitverbreiteten Mikrocomputer AIM-65 sofort lauffähig sind.
Lauffähig nur auf einer Maschine, das wäre zuwenig. Der Autor zeigt Mittel und Wege, wie seine Programme an jedes andere 6502-System angepaßt werden können. Damit steigt der Gebrauchswert des Titels beträchtlich.

Franzis-Verlag, München

Was halten Sie von diesem Buch?
Das würden wir gerne wissen.
Setzen Sie bitte ein paar Stichworte auf! Danke!

Buchtitel
und Urteil

Allg. Hinweis KD.- Klass. Ziffer

Kasten bitte freilassen

Fachgebiete, die mich interessieren:

- ☐ Hobby-Elektronik
- ☐ Elektroakustik
- ☐ Unterhaltungs-Elektronik
- ☐ Professionelle Elektronik
- ☐ Computerpraxis
- ☐ Amateurfunk
- ☐ Elektrotechnik
- ☐ Nachrichtentechnik

Auf dieses Buch wurde ich aufmerksam durch:

- ☐ Prospekt
- ☐ Besprechung
- ☐ Schaufenster
- ☐ Anzeige
- ☐ Empfehlung

Name, Vorname

Beruf

Straße

PLZ, Ort

Hiermit bestelle ich
aus dem Franzis-Verlag:

Bücher:
bitte die ISBN-Nr. ergänzen:

ISBN-Nr.
3-7723- _____

3-7723- _____

3-7723- _____

3-7723- _____

___ Verlagsverzeichnis (kostenlos)

___ RPB-Katalog (kostenlos)

Lieferung durch die Buchhandlung:

_____

_____

Wenn keine Firma eingesetzt, bitte an umseitige Adresse

bitte als
Postkarte
frankieren

Franzis-Verlag
GmbH
Werbe- und Vertriebs-
abteilung Bücher
Postfach 37 01 20

8000 München 37

Weitere Informationen aus allen Bereichen der Elektronik finden Sie in unseren Zeitschriften.
Eine Kurzbeschreibung der einzelnen Zeitschriften ersehen Sie auf der Rückseite dieser Karte.
Ein Probeheft übersenden wir Ihnen gerne zum Kennenlernen.

Bestellkarte

Bitte senden Sie mir an untenstehende Anschrift ab _____

___ **ELO**
Jahresabonnement, 12 Hefte,
39,60 DM im Inland,
48,-- DM im Ausland.

___ Probeheft
zum Kennenlernen

___ **Funkschau**
Jahresabonnement, 26 Hefte,
96,-- DM im Inland,
118,80 DM im Ausland.

___ Probeheft
zum Kennenlernen

___ **Elektronik**
Jahresabonnement, 26 Hefte,
115,20 DM im Inland,
138,-- DM im Ausland

___ Probeheft
zum Kennenlernen

___ **mc**
Jahresabonnement, 12 Hefte,
60,- DM im Inland,
66,- DM im Ausland

___ Probeheft
zum Kennenlernen

_____
Name/Vorname

_____
Straße

_____
PLZ, Ort

_____
Datum, Unterschrift

In den genannten Abonnementspreisen sind sämtliche Nebenkosten, einschließlich Porto enthalten.
Bei verlagsseitiger Änderung muß die Berechnung aus gesetzlichen Gründen (Preisbindung!) zum neuen Preis erfolgen. Stand 1982. Die Kündigung ist jeweils 8 Wochen zum Kalenderjahresende möglich. Diese Vereinbarung können Sie innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen.

RPB

Hö/Zv/782/649/200

ELO
Magazin für die Welt der Elektronik.
Es berichtet für alle verständlich, warum und wie die Elektronik funktioniert, was sie jedem bietet und wo sie angewandt wird.

Funkschau
Fachzeitschrift für Elektronik in Audio und Video, Kommunikation und Meßtechnik. Hier findet der Techniker, Ingenieur und Kaufmann der Branche alles, was er wissen muß.

Elektronik
Fachzeitschrift für Entwickler und industrielle Anwender. Informationen u. a. über: Bauelemente, Meß-, Steuer-, Regel-, Mikrocomputer-, Daten-, Nachrichten- und Fertigungstechnik.

mc
Die Mikrocomputer-Zeitschrift für alle, die diese neue Technik einsetzen und anwenden.

Lieferung durch die Buchhandlung:

Wenn keine Firma eingesetzt, bitte an neb.stehende Adresse

bitte als Postkarte frankieren

Franzis-Verlag
GmbH
Zeitschriftenvertrieb
Postfach 37 01 20

8000 München 37

RPB 191

Nutz
Basic-Rechenprogramme

Der Band enthält 18 Programme, die auf jedem Basic-Computer lauffähig sind. Mit diesen Programmen kann jeder, der sich mit Elektronik beschäftigt, seine Schaltungen schnell berechnen, denn die mathematische Routinearbeit entfällt.

Der Leser sucht sich aus dem Buch die gewünschte Schaltung heraus. Nachdem er die Schaltungshinweise gelesen und das dazugehörige Programm geladen hat, fragt ihn der Computer nach den gewünschten Schaltungseigenschaften. Anschließend berechnet der Computer die Bauteilewerte und gibt sie aus.

Durch diese optimale Dimensionierung der Bauelemente spart sich der Anwender Zeit und Geld, denn bei der Berechnung können keine Fehler auftreten. – Viele Hobby-Elektroniker werden mit diesen Programmen vom passiven Nachbau zu einer Eigenentwicklung ihrer Schaltung kommen.

Der Autor studiert Allgemeine Elektrotechnik an der Fachhochschule in München. Auf dem zweiten Bildungsweg holte er die für das Studium erforderlichen Schulabschlüsse nach, basierend auf seiner Facharbeiter-Prüfung als Elektromechaniker. Neben seinem Studium arbeitet er in zwei Elektronik-Firmen an Sonderanfertigungen und Hardware-Entwicklungen.

ISBN 3-7723-1911-4

Franzis'